DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Vierzehnter Jahrgang | 5. März 1926 | Heft 10

Die Eisenerze Europas.

Von Erich Krenkel, Leipzig.

Nicht Gold oder Platin, nicht Diamanten und Edelsteine stehen der Menge und dem Werte ihrer Gewinnung nach an der Spitze aller aus der Erde geförderten Bodenschätze.

Vielmehr halten, sowohl der Menge wie dem Werte nach, die Kohlen die allererste Stelle der Weltproduktion. Auf sie folgt erst in erheblichem Abstande das Eisen. An diese reihen sich in größerem Zwischenraume, geordnet nach dem Werte der Gewinnung, zunächst Erdöl, Gold und Kupfer, und schließlich in raschem Wertabfalle Edelsteine, Silber, Zinn, Zink, Blei, Salze, Nickel, Aluminium und Quecksilber an.

Der sprichwörtliche Satz, „Kohle und Eisen beherrschen die Welt", hat auch gegenwärtig noch kaum etwas von seiner Bedeutung verloren. Beide sind die Grundpfeiler der Bergwirtschaft, wie der Weltwirtschaft im ganzen. Die bedeutendsten Industriestaaten der Erde sind sprechende Beispiele dafür: die Vereinigten Staaten, Deutschland, England und Frankreich bauen ihre Schwerindustrie auf Kohle und Eisen, und ihr besonderes Gedeihen auf die nahe Nachbarschaft beider Bodenschätze.

Die fundamentale, weltwirtschaftliche Bedeutung und die Sorge um die drohende Erschöpfung ihrer Lagerstätten gab verschiedenfach Veranlassung dazu, die Vorräte an Kohle und Eisen auf Grund einer möglichst genauen geologischen Erforschung ihrer natürlichen Vorkommen über die ganze Welt hin festzulegen. So sind die Weltvorräte an Kohlen durch internationale Inventur für den geologischen Weltkongreß des Jahres 1913 in Kanada, die an Eisen auf dem des Jahres 1910 in Stockholm berechnet worden. Naturgemäß sind solche Vorratsberechnungen mit kleineren und größeren, beabsichtigten und ungewollten Fehlern versehen. Immerhin geben diese großzügigen Aufstellungen, ergänzt durch neuere Berechnungen aus kleineren Gebieten, ein für die Gegenwart völlig genügendes Bild der für den Menschen verfügbaren Mengen dieser allerwichtigsten Bodenschätze.

Im folgenden sollen nun die Eisenerze Europas nach geologischem Vorkommen, Gewinnungsverhältnissen und Vorräten übersichtlich dargestellt werden.

1. Deutschland.

Die reichsten Eisenerzlager Deutschlands gehören seinem Westen an, und unter ihnen wieder spielte der Minettebezirk bis zum Vertrag von Versailles die ausschlaggebende Rolle. Neben letzterem treten die nachgenannten bedeutenderen, in der Reihe ihres Wertes geordneten, der Subherzynische Bezirk der Umgegend von Peine und Salzgitter, das Siegerland, der Lahn- und Dillbezirk mit Oberhessen weit zurück. Alle übrigen Vorkommen haben nur örtliche Bedeutung, vielleicht mit Ausnahme der Alb- und Doggererze.

Die *Spateisensteingänge* des *Siegerlandes* mit dem Stahlberg bei Müsen, die seit 1313 abgebaut werden, setzen in den Siegener Schichten des Unterdevons auf, in denen sie einen Zug von 75 km Länge bilden. Die einzelnen Gänge erreichen Mächtigkeiten bis zu mehreren Zehnern von Metern. Sie sind bis zu einer Tiefe von 60 m und mehr in Brauneisenerz umgewandelt. Die Abbauverhältnisse sind schwierig, worauf noch zurückgekommen wird.

Das Roherz enthält durchschnittlich 34—38% Eisen und 5,5—7,6% Mangan und in der Regel unter 0,05% Phosphor, wodurch es für die Herstellung von Stahleisen und Spiegeleisen geeignet ist. Zum Thomasprozeß ist es nur in geringen Mengen verwendbar. Verkieselung, das gelegentliche Auftreten von Schwefel- und Kupferkies verschlechtern die Güte des Siegerländer Spates. Durch Rösten wird er auf 50% Eisen und 6—9% Mangan gebracht.

Der Siegerländer Bergbau befindet sich zur Zeit in einer schweren *Notlage*. Das Siegerland war schon vor dem Kriege bei der Eigenart seines Bergbaues als Notstandsgebiet anerkannt, und vom preußischen Staate energisch unterstützt worden, so durch Einführung von Notstandstarifen und durch verbilligte Kokslieferungen aus den staatlichen Zechen. Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß die gegenwärtig die ganze deutsche Eisenindustrie knebelnden Schwierigkeiten besonders verhängnisvoll für das Siegerland wurden, ja zu einer Katastrophe zu werden drohen.

Diese Notlage ist weder verursacht durch die Unzulänglichkeit der Erzvorkommen, noch durch die technische Beschaffenheit der Anlagen. Denn einmal hat sich die für den Abbau verfügbare Gangmasse nicht verringert. Zum anderen haben betriebliche Neuerungen und Verbesserungen den Siegerländer Bergbau fast durchweg auf eine hohe Stufe moderner Betriebsführung gebracht. Seine Leistungsfähigkeit ist zur Zeit wohl größer als vor dem Kriege. Die Wurzeln der Notlage liegen vielmehr zum großen Teile in steuerlichen und Verwaltungsmaßnahmen der Behörden, der Eisenbahn, durch die Mehrbelastungen gegen früher herbeigeführt wurden, denen der Bergbau des Siegerlandes auf Grund seiner eigenartigen geographischen und wirtschaftlichen Verhältnisse schließlich erliegen muß.

Seine, mit sehr hohen Erzeugungskosten belasteten Eisenerze kommen gegen die ausländischen nicht mehr auf, welche die deutsche Eisenindustrie mehr und mehr bevorzugt, so die Hütten an der Ruhr, die selbst leistungsfähige Gruben im Siegerland besitzen. Dieser Lage steht der Siegerländer Bergbau machtlos gegenüber. So kommt eine Grube nach der anderen, selbst große Werke zum Erliegen; tausende von Arbeitern gelangen zur Entlassung.

Die *wirtschaftliche Lage ist gegenwärtig* (November 1925) folgende: *Förderung* und Versand der Siegerländer Gruben beliefen sich im Monatsdurchschnitt 1913 auf je 201 392 t. Im September 1925 wurden nur noch gefördert 133 952 t und versandt 108 613 t. Die Förderung im November wird 60 000 t kaum mehr überschreiten, und damit wird ein Rückgang der Erzproduktion auf 30% gegen den Vorkriegsstand eingetreten sein. Endgültig *eingestellt* gegen den Stand vom Oktober 1920 sind 22 Tiefbau- und 10 Stollengruben, also bereits 32 Anlagen. Eingestellt unter Fortsetzung der Notstandsarbeiten sind 18 Tiefbauten, darunter zu den größten des Bezirkes zählende, mit 78 000 t normaler Förderung. Einstweilen noch im Betrieb stehen 13 Gruben mit 73 000 t Monatsförderung; doch sind ihre Förderung und Belegschaft in ständigem Rückgange. So wird die *Gesamtbelegschaft* im November kaum mehr 4000 Mann betragen, also $^1/_3$ ihrer normalen Zahl.

Trotzdem die noch laufenden Betriebe ihre Selbstkosten so niedrig wie nur möglich zu halten suchen, erreichen die Kosten für die Herstellung einer Tonne versandfähigen Rostspates im August des Jahres — im Durchschnitt der günstig arbeitenden Gruben — an seinen Gestehungskosten eine Höhe von 42,9% über den Vorkriegsstand. Dagegen erhöhten sich die Verkaufspreise nur um 10,5%. Die steuerlichen und sozialen Lasten haben sich verdreifacht. Der *Gesamtdurchschnittslohn* für Kopf und Schicht, der von Mai bis August 1913 4,53 Mark betrug, ist in der gleichen Zeit von 1925 auf 5,96 Mark gestiegen, also um 31,6%.

Die Siegerländer *Knappschaft* ist als alter Verein außerdem mit Pensionsleistungen außerordentlich belastet. 17 000 aktiven Mitgliedern stehen 16 583 Rentenempfänger gegenüber! So haben die ärmsten deutschen Bergbaubezirke an Sieg, Lahn und Dill die höchsten Versicherungsbeiträge in ganz Deutschland zu zahlen.

Angesichts des großen Eisenerzverbrauches in Deutschland sollten Mittel und Wege gefunden werden, um die wertvolle Produktion des Siegerlandes, die sich während des Krieges als so wichtig für Deutschland erwies, wieder in altem Maße der deutschen Bergwirtschaft dienstbar zu machen.

Siegerländer Erzbergbau.

	1922	1923	1924	
Zahl der Gruben	104	119	83	
Arbeiter	15 251	14 966	8 761	
Gewinnung	t	t	t	Wert
Eisenerz	1 817 666	1 421 992	1 479 843	23 397 000 M.
Zinkerz	3 420	3 515	8 499	599 000 M.
Bleierz	3 697	3 258	4 014	1 657 000 M.
Kupfererz	3 482	4 784	5 839	144 000 M.
Schwefelkies.	283 171	145 800	108 800	1 306 000 M.

Im *Lahn- und Dillgebiet* und in *Oberhessen* werden *Roteisenerzlager* meist nur von geringer Ausdehnung abgebaut. Sie liegen als echte sedimentäre Einschaltungen an der Grenze von Mittel- und Oberdevon, bilden aber nicht Gänge, wie früher meist angenommen wurde. Auch bei ihnen sind die Abbauverhältnisse schwierig. Das Roherz ist entweder kalkig („Flußeisenstein"), oder kieselig. Der Eisengehalt schwankt zwischen 41 und 50%, der an Kieselsäure zwischen 15 und 35%, der des Phosphors zwischen 0,05 und 0,75%. Das Erz ist also nicht gerade günstig beschaffen.

An der Lahn finden sich außerdem noch in devonischen Kalken jüngere metasomatische *Brauneisenerze* in sehr unregelmäßigen Vorkommnissen.

Die Oberhessischen Erze des *Vogelsberger Bezirkes* sind entstanden durch Verwitterung von Basalten und Tuffen. Die teils primären, teils umgelagerten Erzmassen erreichen Dicken bis zu 20 m.

Der *Subhercynische Bezirk* birgt 2 Trümmerlagerstätten verschiedenen Alters. Derjenige von *Ilsede-Peine*, wirtschaftlich wegen seines Kalkgehaltes der wertvollere, gehört dem Senon an und enthält aufgearbeitete eisenhaltige Schichten des Gault. Das neokome *Salzgitterer Lager* führt zerstörte jurassische Eisenmassen.

Das Ilseder Erz bildet bei Peine, Adenstedt und Bülten muldenförmige Lager von erheblicher Mächtigkeit. Die durch ein kalkiges oder eisenschüssiges Zement verkitteten Brauneisengerölle haben 28—35% Eisen und 0,8—1,9% Phosphor, sind also Thomaserze. Die Salzgitterer Erze — als Lager mit Mächtigkeiten bis über 100 m an den Flanken des Salzgitterer Höhenzuges vorkommend — sind wegen ihres hohen Kieselsäuregehaltes vorläufig weniger wertvoll; doch gibt es auch kalkhaltige.

Die Vorräte von Peine und Salzgitter betragen mehrere hundert Millionen Tonnen.

Unter den übrigen deutschen Eisenerzvorkommen seien noch genannt: Der Taunusbezirk — die jurassischen Brauneisensteine des Weser- und Wiehengebirges, die kretazischen Brauneisensteine des Teutoburger Waldes und bei Osnabrück — der thüringisch-sächsische Bezirk mit den Chamositen (36% Eisen) von Schmiedefeld — der Harzer Bezirk mit den Roteisensteinen von Elbingerrode und den Brauneisenerzen der Gruben Friederike und Hansa. Bedeutungsvoller als alle diese, aber unbequem abbaubar und im Vorrat schwer zu schätzen, sind die *Alberze Bayerns*. Sie liegen in der tertiären und quartären Überdeckung der fränkischen Alb, mit der sie unregelmäßige Bodenvertiefungen in der Juratafel ausfüllen. Die Alberze führen 38% Eisen, 0,3—8% Mangan, 0,2—0,4% Phosphor bei 19—30% Rückständen. Die geringmächtigen *Doggererze* der württembergischen Alb sind Rot- und Brauneisensteine mit 24—28% Eisen bei 30% Rückstand.

Die *Vorräte* Deutschlands an Eisenerzen sollen durch die nachstehende, für das Jahr 1917 von BEYSCHLAG und KRUSCH entworfene Tabelle erläutert werden.

Vorräte Deutschlands an Eisenerzen.

Produktionsbezirke	Produktion 1913 Mill. t	Vorräte 1917 Mill. t	Angenommene Höchstförderung Mill. t	Lebensdauer
1. Siegerland			2,7	
bis 1200 m	2,73	99		37 Jahre
bis 1300 m		112,4		42 „
2. Lahn-Dill-Bezirk	1,1			
Roteisen		70,8	1,08	66 „
Eisen-Manganerz		11,1	0,36	32 „
3. Peine-Salzgitter	0,9	270	2	135 „
4. Vogelsberger Basaltbezirk, Taunusbezirk mit übrigem Hessen	0,373	13	—	14 „
5. Eisenerze des Weser- und Wiehengebirges, des Teutoburger Waldes	0,137 / 0,241	16	0,37	36 „
6. Thüringisch-sächsischer Bezirk	0,280	6,2	0,12	53 „
7. Harzer Bezirk einschließl. der Gruben Friederike u. Hansa	0,260	17,5	0,30	58 „
8. Bayern, Württemberg, Baden	0,498	32,1	0,60	59 „

Die *Inventur der bauwürdigen Eisenerze* in Deutschland läßt keinen Zweifel daran, daß es nach Verlust der Minetterze, die im Raume der alten Reichsgrenzen 75% der gesamten deutschen Eisenerzgewinnung ausmachten, ein *eisenarmes Land* geworden ist. So belief sich denn auch die Einfuhr von Eisen- (einschließlich Mangan-) Erzen nach Deutschland im Jahre 1924 auf 3 314 600 t, die Ausfuhr auf nur 290 154 t.

Ganz im Gegensatz zu dieser Eisenarmut steht die hochentwickelte, auf dem Reichtum an Steinkohlen fundierte *Eisenhüttenindustrie*. Sie verbrauchte 1913 37,8 Millionen Tonnen Eisen- und Eisenmanganerze. Davon kamen über 28 Millionen — meist Minette — aus dem Inlande selbst; der Rest an hochwertigen, wirtschaftlich die Minetteverarbeitung günstiger gestaltenden Erzen wurde z. B. aus Schweden und Spanien eingeführt. Auf den etwa 15 Millionen Tonnen ausmachenden Eisengehalt des gesamten Verbrauchs berechnet, kam die Hälfte aus Deutschland, die andere aber aus dem Auslande.

Diese Verhältnisse haben sich nun grundlegend geändert: Der Erzverbrauch selbst ist einmal 1925 sehr viel geringer geworden. Er wird in diesem Jahre kaum mehr die Hälfte dessen von 1913 betragen. Und die Verwendung ausländischer Erze wird zweitens die der einheimischen sogar um das Vielfache, vielleicht das Drei- bis Vierfache, übersteigen. Die Eisenerzförderung zeigt also eine sehr bedenkliche, aus dem Verluste Lothringens entspringende Abnahme, der außerdem für die deutsche Hüttenindustrie, die ganz überwiegend auf das Thomasverfahren eingestellt war, die Zwangslage der Beschaffung geeigneter Erze aus dem Auslande, oder der Umstellung auf andere Verfahren brachte.

Doch sind Besorgnisse wegen der Roheisenerzversorgung Deutschlands nicht am Platze. Die Kohlenmengen der Ruhr und Westoberschlesiens werden ein Anziehungspunkt für die Erze der hüttentechnisch rückständigen, oder der kohlenarmen Länder, so Schwedens, bleiben, wenn nicht im letzteren etwa die kokslose Verhüttung des

Deutschlands Verbrauch an Eisenerzen 1913—1920.

Jahr	Eisenerz insgesamt t	davon kamen aus: dem Inlande t	Skandinavien t	Spanien t	Frankreich t	anderen Ländern t
1913	37 833 604	25 908 998	4 201 715	3 726 254	2 237 977	1 758 660
1914	27 640 524	18 709 702	3 547 576	2 516 350	1 803 728	1 063 168
1915	23 559 463	17 580 956	3 164 976	378 270	2 100 082	335 179
1916	26 619 892	20 332 475	2 989 044	97 621	2 923 315	277 437
1917	26 146 792	18 523 029	3 586 632	25 436	3 835 285	176 410
1918	18 020 418	12 044 102	3 501 398	20 447	2 294 705	159 766
1919	10 555 843	5 962 552	2 737 816	45 329	1 097 433	712 713
1920	11 244 170	5 495 814	2 944 112	394 384	1 316 084	1 093 776
	%	%	%	%	%	%
1913	100	68,48	11,11	9,85	5,92	4,65
1920	100	48,88	26,18	3,51	11,70	9,73

Eisens seinen Export mehr und mehr unnötig machen sollte.

Die deutsche Eisenerzförderung (in 1000 t).

1913	35 941	1919	6 154
1914	25 513	1920	6 362
1915	23 786	1921	5 907
1916	28 292	1922	6 000[2])
1917	26 967	1923	5 000[2])
1918	7 915[1])	1924	4 700[2])

2. Schweden.

Wenn in diesen Betrachtungen mehrfach sehr beachtenswerte Eisenerzvorräte zu erwähnen sind, so bleiben sie bei weitem zurück gegen die geradezu märchenhaften Mengen von Erzen in Schweden, und besonders von magnetischen in den Eisenbergen des Schwedischen Lapplandes, die wohl die historische Grundlage zur Erzählung vom Magneteisenberg geworden sind.

Neben seiner alten, Weltruf genießenden *Eisenindustrie*, die mit den modernsten hüttenmännischen und technischen Anlagen arbeitet, sich Wasserkräfte und Elektrizität nach dem Versiechen des Holzreichtums des Landes in größtem Umfange nutzbar macht, ist Schweden vermöge seines Erzreichtums seit etwa 1890 eines der wichtigsten, Eisenerze ausführenden Gebiete für die Eisengroßindustrien der europäischen Länder geworden, so Deutschlands und Englands. Ja, der *Export* übersteigt heute an Bedeutung die ebenfalls mit Absatzschwierigkeiten ringende Eisenindustrie bei weitem. So wurden über die Häfen Narvik, Luleå und Oxelösund im Oktober 1925 insgesamt 507 000 t (gegen 647 000 im September 1925, und 505 000 in 1924) ausgeführt, in den ersten zehn Monaten 1925 aber zusammen 6 804 000 t (gegen 5 720 000 t in der gleichen Zeit des Vorjahres).

Die *Erze Schwedens* sind einmal Magneteisen, zum anderen Roteisen, während Braun- und Spateisenerz fehlen. Ihr Durchschnittsgehalt beträgt 60%. Unterschieden werden *phosphorreine* Erze mit weniger als 0,01% Phosphor, die geeignet sind für den Bessemer- und sauren Martinsprozeß, — und *phosphorreiche* Erze, verwendbar für den Thomasprozeß, durch den wieder phosphorreines Eisen gewonnen wird, neben dem als Düngemittel in gemahlenem Zustande verwendbaren phosphorhaltigen Schlackengut, dem sogenannten Thomasmehl.

Geologisch und mineralogisch-chemisch sind folgende Erze zu unterscheiden:

a) Apatiteisenerz, z. B. von Grängesberg, Gellivare; aus dieser Gruppe stammt der größte Teil der schwedischen Eisenerzgewinnung.

b) Torrsten oder Dürrerz, mit Wechsel von Eisenglanz und Quarz, z. B. von Striberg.

c) Erze mit Hornblende, Augit, Granat, z. B. von Taberg, Persberg.

d) Erze mit Hornblende, Augit, Granat, Kalkspat (sogenannter Blondsten); basische Zuschlagserze z. B. von Dannemora.

[1]) Ohne Lothringen.
[2]) Geschätzt.

Die linsen- und stockförmigen, oft in große Tiefen niedersetzenden Lagerstätten Schwedens verteilen sich auf Mittelschweden und auf Lappland.

In *Mittelschweden* seien als die bekanntesten genannt: Das Persbergfeld mit Persberg, Nordmark, Taberg — das Oerebrofeld mit Dalkarlsberg, Striberg, Stripa, Strossa — das Kopparbergfeld mit *Grängesberg*, dem größten Werke Mittelschwedens, und vielen anderen Vorkommen, — das Västmanlandfeld mit Norberg — und schließlich noch Dannemora.

Jenseits des Polarkreises aber konzentriert sich gegenwärtig der gewaltige Abbau in *Lappland* einmal zwischen Torne- und Kalix-Elf auf *Kiirunavaara* und *Luossovaara*, andererseits auf *Gellivare*. Andere Lager sind in ersterer Nähe bekannt von Haukivaara und Tuollavaara. Weiter nach Südosten schließen sich an: Mertainer, Svappavaara und Leveäniemi. Um Gellivare dehnt sich das Malmberget-Koskullskulefeld.

Die *Mittelschwedischen Lager* an Eisenerzen sind im einzelnen mit recht verschiedenartigen lagerstättlichen Merkmalen ausgestattet, so daß sie hier nicht ausführlich charakterisiert werden können. Sie verteilen sich hauptsächlich über eine breite Zone zwischen Wenernsee und Dalelf, und liegen in gepreßten Granuliten, Hälleflinten, ebenso in Kalken und Dolomiten, wie im Skarn. Bei Grängesberg kommen Eisenerze in Biotitgranuliten über einem Areale von 4 km Länge und 0,5 km Breite vor. Sie bilden mehrere mit 65 Grad einfallende, plattenförmige Linsen. Das Hauptlager ist 1000 m lang, seine Dicke schwillt ausnahmsweise auf 110 m an. Das Erz führt 62% Eisen und 1% Phosphor.

In Mittelschweden wird der *Erzvorrat* auf mindestens 260 Millionen Tonnen geschätzt. Das Erzareal seiner, die Zahl von mehreren hundert erreichenden Gruben wurde auf 300 000 qm berechnet. Die Gruben erreichen zum Teil erhebliche Tiefen, so die Ormberggrube bei Grängesberg 470 m, die Gruben von Åsboberg, Dalkarlsberg und Taberg 350 m, acht andere solche zwischen 150 und 250 m.

Während in Mittelschweden der Eisenerzbergbau sehr alt ist, sieht der Lapplands kaum auf eine Entwicklung von einem halben Jahrhundert zurück.

Bei der Stadt *Kiruna*, die 1900 gegründet wurde, liegen in 8 km Länge, etwa nach Norden streichend, die riesigen, apatitreichen Magnetitmassen des durch den See Luossajärvi getrennten, unterirdisch aber zusammenhängenden Eisenhügel *Kiirunavaara* und *Luossavaara* inmitten von Augitsyeniten und Syenitporphyren. Kiirunavaara gehört zu den geologischen Weltwundern. Sein steiler, jeder Verwitterungskrume durch die diluviale Eisdecke beraubter Kamm ist in einzelne Zacken aufgelöst, deren höchster 249 m über den See ansteigt. Die tauben Gesteins fast bare Erzmasse ist 3,5 km lang und zwischen 34 und 152 m

breit. Mehr als 700 m reicht die Erzmasse nach der Tiefe, an Phosphorreinheit zunehmend, noch unter den Spiegel des Sees.

Der Abbau der feinkörnigen und harten, mit (jüngerem) Apatit durchsetzten Magnetite, der am Luossavaara seit 1920 begann, geschieht mittels großer Bagger, nach Sprengung des Gesteins. Das geförderte Erz wird durch die Ofotenbahn nach Narvik an der norwegischen Küste, oder nach Luleå am Bottnischen Meerbusen geschafft, und dort in die Ozeandampfer gestürzt. Durch Elektromagnetscheidung werden die mit nichtmagnetischen Kieselsäureverbindungen verunreinigten Erze von diesen geschieden, die gereinigte und angereicherte Erzmasse pulverisiert und brikettiert, und so der Verhüttung zugeführt.

Bei *Gellivare* treten auf einem Gebiete von 7 km Länge und 2 km Breite eine Anzahl von Erzvorkommen in Gneisen und Graniten auf. Die Erzkörper sind zu langen Zügen von Linsen verschiedener Größen angeordnet, deren Länge bis zu 800 m, deren Grundfläche bis zu 42 000 qm steigt, aber meist unter diese Ausmaße herabgeht. Das Erz, Magnetit und Eisenglanz, ist recht grobkörnig, locker und durch die wechselnde Anordnung des Apatits gebändert und gestreift. Sein Phosphorgehalt ist im ganzen geringer, als bei Kiruna. Die Eisenerze machen zusammen mit dem Fluorapatit etwa 94—96% des Erzkörpers aus, bei Kiruna dagegen zusammen mit P_2O_5 und CaO 96—98%.

Sowohl Kiruna wie Gellivare liefern überwiegend *Thomaserze*. Ihre Erze gehören zur Gruppe der Apatit-Eisenlagerstätten, die als magmatische Ausscheidungen oxydischer Erze in Eruptivgesteinen gebildet wurden.

Der *Vorrat* der Erzberge beider Gebiete ist kaum annähernd richtig einzuschätzen. Der gesamte Vorrat von Kiruna bis 300 m unter den Spiegel des Luossajärvi wurde auf rund 750 000 000 t berechnet. Als Mindestquantum der Erze beider Gebiete werden *1,5 Milliarden Tonnen 60%iger Erze* gegenwärtig angegeben, eine Zahl, die sich durch Auffindung neuer Felder noch sehr erhöhen dürfte.

Die schwedische Eisenerzförderung 1913—1923.

	Zahl der Gruben	Menge t
1913	295	7 475 571
1914	313	6 586 630
1915	323	6 883 308
1916	345	6 986 298
1917	388	6 217 172
1918	363	6 623 661
1919	308	4 981 110
1920	279	4 519 112
1921	239	6 464 347
1922	244	6 201 243
1923	270	5 588 173

Die schwedischen Eisenerzbezirke mit ihrer Förderung.

Bezirke	1922	1923
Stockholm	823	3 864
Upsala	15 589	19 883
Södermansland	14 656	13 265
Östergotland	27 693	2 347
Värmland	17 065	70 305
Örebro	251 543	331 999
Västmanland	53 010	137 884
Kopparberg	1 056 805	1 023 910
Gävleborg	4 697	4 316
Norrbotten	4 759 362	3 980 400

Eisenerzausfuhr Schwedens.

Jahr	Gesamtausfuhr t	Ausfuhr nach Deutschland t	Ausfuhr in % der Gesamtausfuhr	Ausfuhr nach Großbritannien t
1913	6 439 750	4 558 362	70,78	372 576
1914	4 681 000	3 677 671	78,57	192 998
1915	5 994 000	5 121 035	85,44	47 416
1916	5 539 580	4 298 586	77,60	439 755
1917	5 818 498	4 824 748	82,90	195 127
1918	4 521 768	3 704 604	81,93	—
1919	2 418 989	2 100 000	86,81	210 783
1920	3 736 329	2 296 000	61,45	463 456
1921	4 332 828	1 426 438 (Mai-Dezember)	—	180 198
1922	5 322 047	4 986 017	93,69	326 033
1923	4 958 016	1 254 273	25,30	618 815
1924	5 953 000	2 048 790	34,42	557 710

3. *Norwegen.*

Nahe der norwegischen Küste liegen eine Reihe von Eisenerzlagern, die den schwedischen Magnetitvorkommen ähneln, aber viel ärmer sind als diese wegen ihres hohen kieselsauren Anteils. Von Norden nach Süden vorgehend, sind es folgende: Sydvaranger, Tromsösundet, Sörreisa, Salangen, Bogen, Dunderlandsdalen, Beitstaden, Soggendal und Arendal. Der Eisengehalt aller dieser Vorkommen liegt zwischen 30 und 44%; bei Salangen ist er nur 18%. Soggendal ist wegen seines 18 bis 40% betragenden Titangehaltes nicht bauwürdig. Den größten Vorrat besitzt Dunderlandsdalen mit 80 Millionen Tonnen. Arendal ist zu einem großen Teile abgebaut. *Sydvaranger* steht mit der Produktion an der Spitze, hat jedoch mit Schwierigkeiten zu kämpfen.

Die gesamten Vorräte Norwegens mögen wenige hundert Millionen Tonnen ausmachen.

4. *Finnland.*

Wegen ihrer Lage tief im Binnenland vorläufig unverwertbar sind die Magnetite bei Pitkäranta, Juvakaisenmaa, am Ladogasee. Auf der Insel Jussarö im Finnischen Meerbusen enthält ein Magneteisenerzlager (von 38% Eisen und 0,021% Phosphor) 30—35 Millionen Tonnen Erze.

Die geringwertigen, etwa 22—38% eisenführenden See-Erze — sich noch gegenwärtig bildende Absätze der finnländischen Seen — werden seit dem 16. Jahrhundert mit Netzen heraufgeholt. Trotzdem ihre Menge auf 60 Millionen Tonnen veranschlagt wird, dürfte ihre Ausbeutung wohl zum Erliegen kommen.

5. *Belgien.*

Belgien besitzt eine Anzahl von Roteisenerzgruben. Von diesen ist nur noch eine einzige im

Betrieb. Sie liefert zusammen mit den Minettevorkommen im belgischen Luxemburg und mit sehr jungen Verwitterungslagerstätten in der Campine nur 200 000 t Erze.

So muß Belgien für seine hochentwickelte Eisenindustrie 3 Millionen Tonnen Erze aus Frankreich und Übersee einführen.

6. Frankreich.

Frankreich besitzt heute die größten Eisenvorräte Europas, nachdem Deutschland das Lothringische Minetteland verloren hat, ja, es ist zahlenmäßig das *eisenreichste* Land der Erde.

Auf drei Gebiete vor allem sind seine Vorräte konzentriert: Auf Lothringen, die Normandie und die Provinzen Anjou und Bretagne. Weniger wichtige Vorkommen liegen in den Pyrenäen.

Die bedeutsamste Lagerstätte birgt die *lothringische Hochebene* zwischen Metz und Luxemburg. Hier bedecken die marin-sedimentären *Minetteerze* über 100 000 ha, von denen mehrere tausend auf Luxemburg (3700), wenige hundert (354) auf Belgien entfallen. Die verschieden gefärbte Minette liegt als fast horizontale, 1—7 m Dicke erreichende Flöze, die durch Mergel scharf getrennt werden, im unteren Dogger der lothringischen Juraplatte. Sie enthält mit ihren durch ein kalkiges oder tonigkieseliges, eisenführendes Zement verkitteten, unregelmäßig gestalteten Brauneisenkügelchen (Oolithen), den Haupteisenträgern, 28—40% Eisen, 10—15% CaO, 5—10% SiO_2 und 0,7% P_2O_5.

Die Minette wird erst seit der Entdeckung des Thomasverfahrens verhüttet, für das ihr Phosphorgehalt ausreicht. Obgleich sie das ärmste unter den bauwürdigen Eisenerzen ist, besitzt sie doch hohe wirtschaftliche Bedeutung. Diese Bedeutung wurzelt einmal in der überaus günstigen geologischen Lagerungsart, die den Abbau billig macht. Dann in ihrer vorteilhaften Zusammensetzung, indem in den Flözen gleichzeitig Kalk und Kieselsäure vorhanden sind, so daß basische oder saure Zuschläge beim Hochofenprozeß kaum nötig, oder ganz überflüssig sind. Bei einem Durchschnittsgehalt von 33—35% Eisen werden 26—28% zur Deckung der gesamten Unkosten verbraucht.

Der *Gesamtvorrat* an bauwürdiger Minette wird, Luxemburg eingeschlossen, auf über 5 Millionen Tonnen gerechnet. Der Minettebezirk enthält rund 20% der europäischen Eisenerzvorräte.

Im deutschen Lothringen wurden gefördert:

1901	7 595 000 t	1910	16 562 000 t
1905	11 968 000 t	1913	28 000 000 t

Der lothringisch-deutsche Minettebezirk lieferte von 1873 bis 1912, als in 40 Jahren, 280 Millionen Tonnen Erze.

In Französich-Lothringen wurden gefördert:

1905	6 399 000 t
1910	13 000 000 t
1913	14 000 000 t

Der Größe des Vorrates nach spielen für Frankreich auch die Eisenerze der *Normandie* eine Rolle. Es handelt sich um flözförmiges Brauneisen im Silur in den Mulden von Barbery, May, Mont Picon, Falaise und Domfront. Die Hämatite der oberen Teufen mit 46—55% Eisen gehen in der Tiefe in Eisenspat mit 35—40% Eisen über. Die Durchschnittsanalysen zeigen 45,34% Eisen, 0,33% Mangan, 1,92% Phosphor, 2% Kalk und 14,9% Ton- und Kieselsäure.

Ähnlich sind die Vorkommnisse in *Anjou* und in der *Bretagne* (Angers, Chateaubriand, Bain). Die Erze — Roteisenstein und oolithisches Eisenkarbonat — sind sehr kieselsäurereich und deshalb wenig wertvoll. Der Vorrat soll 360 Millionen Tonnen betragen.

Von den über das ganze Land verbreiteten, zum Teil ausgebeuteten kleineren Vorkommen seien genannt: Die metasomatischen, mit einem geringen Phosphorgehalt ausgestatteten silurischen Braun- und Roteisenerze am Canigou in den Ostpyrenäen mit einem Vorrat von 114 Millionen Tonnen.

Der Eisenerzvorrat Frankreichs beläuft sich auf:

Minettegebiet	4460 Millionen t
Normandie	4754 Millionen t
Anjou, Bretagne	360 Millionen t
Pyrenäen	116 Millionen t
Sonstige Vorkommnisse	73 Millionen t
	9763 Millionen t

Eisenerzgewinnung Frankreichs 1913—1924.

1913	21 917 870 t	1919	9 412 786 t
1914	11 251 753 t	1920	13 921 820 t
1915	620 254 t	1921	14 200 937 t
1916	1 680 684 t	1922	21 106 112 t
1917	2 034 721 t	1923	23 428 160 t
1918	1 671 851 t	1924	28 992 241 t

Frankreichs Außenhandel in Eisenerz.

Herkunftsland	*Einfuhr* im 1. Halbjahr 1923 t	1924 t	1925 t
Belgien-Luxemburg	77 509	135 599	309 184
Spanien	64 321	97 685	103 338
Algerien	53 766	33 792	27 406
Tunis	38 181	54 390	32 375
Italien	39 669	7 166	11 586
andere Länder		7 849	—
zusammen	273 446	336 481	536 416

Gesamte Einfuhr: 1913 1 410 000 t; 1923 533 519 t; 1924 667 041 t

Bestimmungsland	*Ausfuhr* im 1. Halbjahr 1923 t	1924 t	1925 t
Deutschland	156 548	604 168	417 140
Belgien-Luxemburg	3 014 451	3 343 643	4 100 442
Niederlande	36 965	68 155	372 446
Saarbezirk	812 633	1 166 616	—
Großbritannien	238 957	311 547	124 317
andere Länder		11 410	125 717
zusammen	4 259 554	5 505 539	5 140 062

Gesamte Ausfuhr: 1913 10 066 000 t; 1923 9 853 500 t; 1924 12 283 807 t

Frankreichs Eisenerzgewinnung.

Bezirk	Halbjahrsdurchschnitt 1913 t	1. Halbjahr 1923 t	1924 t	1925 t
Lothringen				
a) Metz-Diedenhofen	10 568 133	5 301 572	5 727 864	7 377 897
b) Briey-Longwy	9 031 008	5 210 048	6 475 104	8 392 194
c) Nancy	958 458	263 104	339 594	480 339
Haute-Marne	34 956	—	—	—
Normandie	383 376	356 235	429 468	595 330
Anjou, Bretagne	192 474	147 274	194 948	208 939
Indre	13 842	6 523.	8 170	10 482
Südwesten	16 734	3 060	2 490	2 347
Pyrenäen	196 926	92 148	129 618	153 072
Tarn, Hérault, Aveyron	50 448	530	9 552	5 921
Gard, Ardèche, Lozère	44 490	11 134	14 391	13 617
	10 958 935	11 391 628	13 331 199	17 240 146

Gesamte Eisenerzgewinnung: 1913 21 917 870 t (43 054 135 t bei Einschluß von Elsaß-Lothringen); 1923 23 428 160 t; 1924 28 992 241 t

England.

Das wichtigste Eisenerz Englands ist das oolithische, primär-sedimentäre *Clevelanderz*, mit dem das *Northamptonshireerz* meist zusammengeschlossen wird. Diese Eisenoolithe wurden in der letzteren Landschaft bereits zur Römerzeit abgebaut. Mit der Vernichtung der Wälder ging der Bergbau ein, um in der Mitte des 19. Jahrhunderts jedoch von neuem aufzublühen, als 1846 und 1850 bei Grosmont und Eston die Werke Bolckow und Vaughan mit der Ausbeutung der Clevelanderze im großen begannen. Während 1855 im Clevelanddistrikt nur 865 000 t Erze gewonnen wurden, war die Förderung 50 Jahre später auf 5 964 000 t gestiegen. Geringer war stets die Produktion in Northamptonshire.

Die Clevelanderze tragen ihren Namen nach den Clevelandhügeln im Nordosten von Yorkshire. Sie bilden im Osten Englands mit den jüngeren Northamptonshireerzen eine Zone, die mit den reichen, in günstiger Nähe zum Meere gelegenen Feldern von Cleveland einsetzt, über Lincoln-Leicester, Northampton bis Banbury streicht, und in Wildshire, Dorset und Kent wieder bekannt ist. Die Clevelanderze gehören dem mittleren *Lias* an und werden im Clevelanddistrikt durch schiefrige und sandige Zwischenmittel in mehrere Flöze geteilt, so von unten nach oben neben anderen in das Avicula-, Two feet, Pecten- und *Main Seam*. Das darüber noch folgende Top Seam liegt bereits im Inferior Oolite. Das Pecten- und Avicula Seam wurden nach den ihnen enthaltenen Versteinerungen so genannt. Das Main Seam ist das beste Flöz mit einer größten Mächtigkeit von 12 Fuß.

Das Clevelanderz ist ein Gemenge von Eisenkarbonat und -silikat und Ton. Es ist gewöhnlich infolge des Gehaltes an Eisensilikat dunkelblaugrün, aber auch braun gefärbt, und von oolithischer Struktur. Viele Versteinerungen liegen in ihm. Der Eisengehalt schwankt im Main Seam zwischen 30 und 35% Eisen, der Gehalt an Phosphor zwischen 1—3%, der an Kieselsäure zwischen 6 und 10%. Die Northamptonshireerze zeigen dagegen meist mehr Kieselsäure und geringeren Phosphorgehalt.

Als *Vorräte an jurassischen Erzen* gelten:

derzeit aufgeschlossen	1177 Millionen t
wahrscheinliche Vorräte	2177 Millionen t
mögliche Vorräte	420 Millionen t
	3774 Millionen t

Weiter sind die *Blackbands*, die Kohlentoneisensteine, zu nennen. Sie treten in England und in Schottland auf als enge Begleiter der Steinkohlenflöze und werden gleichzeitig mit diesen gewonnen. Da der Abbau von Kohle und Erzen nicht gleichen Schritt hält, geht ein Teil des an sich unbauwürdigen Blackbands verloren, das das älteste, von der englischen Eisenindustrie verwendete heimische Erz war.

Der Eisengehalt der englischen Blackbandflöze — die sich in den Kohlenfeldern von Northumberland, Durham, Derby- und Yorkshire, von North Staffordshire finden — schwankt zwischen 23 und 40%, und ist im Durchschnitt 31%. Das Erz wird durch Rösten auf 45% angereichert.

Die Vorräte sollen eine Milliarde Tonnen an aufgeschlossenen, 7 Milliarden Tonnen an wahrscheinlichen Erzen betragen. Doch ist die wirtschaftliche Bedeutung des Blackbands gering.

An der *Westküste* Englands kommen in einem 14 km breitem Gürtel in Cumberland und Lancashire rote *Hämatite* vor. Diese wertvollen, im Whitehaven-Distrikt als feste Massen, im Furness-Distrikt als weiche Eisenglimmer ausgebildeten Erze enthalten bis über 50% Eisen und sehr wenig Phosphor, so daß sie zum Bessemerprozeß sehr geeignet sind. Die nicht horizontbeständigen, besonders in verschiedenen Niveaus des Kohlen-

kalkes von der Silurgrenze ab aufsitzenden Erze kommen sowohl in silurischen und — nur diese sind von praktischem Werte — in karbonischen Kalken als Ausfüllung von Spalten und unregelmäßigen Hohlräumen vor. Die Oberflächenausdehnung der einzelnen Vorkommen kann beträchtlich sein. So mißt die Erzfläche von Parkside 72 000 qm. Die aufgeschlossene Menge der hämatitischen Erze wird auf 41 Millionen Tonnen, die wahrscheinliche auf 90 Millionen Tonnen geschätzt.

Die Entstehung der hämatitischen Lager ist wohl so zu denken, daß das Eisen zunächst als Karbonat abgesetzt wurde und den Kalkstein verdrängte. Erst nachträglich erfolgte die Umwandlung in Hämatit durch Oxydation.

In der Nähe von *Dover* sind neuerdings sehr umfangreiche Erzlager mit einem Gesamtumfang von schätzungsweise mindestens 800 Millionen Tonnen entdeckt worden.

Groß-Britannien verfügt im ganzen über folgende *Erzvorräte*:

aufgeschlossene Erze . . .	2260 Millionen t
mögliche Erze	9400 Millionen t

Die Produktion an eigenen Erzen war:

1913	15 997 328	1919	12 254 195
1914	14 867 582	1920	12 707 475
1915	14 235 012	1921	3 477 955
1916	13 494 658	1922	6 867 512
1917	14 845 734	1923	10 857 211
1918	14 613 032	1924	11 050 589

An eigenen Erzen nach *Sorten* wurden im Jahre 1913, 1922—1924 erzeugt:

Eisenerzförderung Großbritanniens.

Sorten	Förderung in t			
	1913	1922	1923	1924
Hämatit, nicht phosphorhaltig	1 767 088	839 801	1 190 036	1 051 283
Clevelanderz	6 010 800	1 169 754	2 079 964	2 079 964
Anderes Erz	5 561 468	4 480 072	6 964 745	6 964 745
Erz als Nebenprodukt des Steinkohlenbergbaues	1 542 053	273 152	548 794	548 794
Anderes Erz aus Nebengewinnung . .	115 919	104 733	91 672	91 672
	15 997 328	6 867 512	10 875 211	10 736 458

Die Mengen der importierten Erze zeigen, daß Groß-Britannien in sehr starkem Maße auf die Einfuhr hochwertiger ausländischer Erze zur Verbesserung der eigenen Förderung geringwertigen Materials trotz seiner großen Vorräte angewiesen ist.

Die Lage der englischen Eisenerzindustrie ist nach dem Kriege gekennzeichnet durch Rückgang der heimischen Förderung und Verringerung der Einfuhr, und daraus resultierende Verminderung der Roheisenerzeugung.

An Arbeitern wurden im (gesamten) englischen Erzbergbau beschäftigt:

1913	27 412	1922	12 526
1920	21 323	1923	15 754

Spanien.

Der wichtigste, wenn auch seiner Erschöpfung entgegengehende Eisenerzdistrikt Spaniens dehnt sich westlich von *Bilbao* zwischen Bilbao- und Somorrostro-Fluß in günstiger Nähe der Baskischen Küste aus. Die einzelnen Vorkommen dieses *Erzgürtels*, der 24 km lang und 10 km breit wird, liegen verstreut in einer bis über 1000 m ansteigenden Gebirgskette. Die bedeutenderen Reviere sind die in nordwestlichem Zuge aufeinanderfolgenden der Minas de Triano, Minas de Matomoros, de Baracaldo, del Regato, de Gueñes, de Alonsotegui. Außerdem finden sich Gruben in unmittelbarer Nachbarschaft von Bilbao.

Die Bilbaoerze sind ausgezeichnete Bessemererze: Phosphor und Schwefel fehlen fast ganz, die Menge der Kieselsäure ist gering. Der Gehalt an Eisen ist durchschnittlich 50—52%. Sie werden von den Häfen Portugalete und Luchana nach Deutschland und England verschifft.

Die langgestreckten linsenförmigen *Erzkörper* liegen in der gefalteten Kreide teils in dem, aus liegenden Sandsteinen und hangenden Kalken bestehendem Gault, teils im Cenoman. Die Gault-Kalke sind die „Mutter" der Erze. Sie sind meist an der Grenze von Kalk und Sandstein ausgeschieden. Die metasomatischen Erze von Bilbao sind Spateisen (Carbonato), Roteisen (kristalliner Campanil, erdige Vena), zelliges Brauneisen (Rubio), das am weitesten verbreitet ist und am meisten abgebaut wird, und endlich eluviale und alluviale Trümmererze aus den vorgenannten (Chirta).

In den Provinzen Oviedo, Lugo und Leon sind Chamosit, Magnetit und Roteisenerz bekannt. In *Asturien* werden Spat- und Roteisenerze infolge der nahen Steinkohlenlager an Ort und Stelle verhüttet. Bei dem Hafen *Santander* werden Bohnerze abgebaut, die mittels nasser Aufbereitung auf 46—59% Erz angereichert werden. Im östlichen Spanien liefern Teruel und Guadalajara gewisse Erzmengen, die über Sagunto verschifft werden. Die Hämatite der Sierra Morena sollen bequem abbaubar sein und einen hohen Eisen- und Mangangehalt besitzen. In Südspanien sind zu nennen die Karbonate und Hämatite von Almeria, die bei Bacares, in der Sierra di Filabres, de Almahilla und de Bedar abgebaut werden.

Portugal.

Die Erzförderung ist trotz mancher günstiger Vorkommen sehr gering.

Eisengruben liegen in der Provinz *Traz os Montes* in der Sierra Moncorvo. Die Lagerstätte an 40proz. Roteisen soll 10 km lang sein und eine größte Breite von 1 km erreichen, sowie einen Vorrat von 50 Millionen Tonnen bergen.

Eisenerze sind weiter bekannt in den Bezirken Montemór Novo, Vianna, Albito, und Gruben zwischen Odemira und Santiago de Catem. Nördlich von Porto liegen die Vorkommen der Sierra de Rates bei Povoa de Varzim. Die Erze von Valli Pegueno enthalten über 60% Eisen.

Schweiz und Italien.

Die Schweiz und Italien sind die eisen- und kohlenärmsten Länder Europas. So ist es hier zur Entwicklung einer bodenständigen Eisenindustrie mangels genügender Erzmengen und billigen Kokes nicht gekommen, obgleich gerade Italien große Anstrengungen macht, die im Kriege großgezogene Eisenverarbeitung kräftig zu erhalten.

In der *Schweiz* wurde im Kriege in Fricktal des Kantons Aargau ein Eisenoolithflöz mit 30% Eisen erschlossen, das 25 Millionen Tonnen Erz mit 7,5 Millionen Tonnen Eisen bietet. Bei Sargans steht in der geringen Menge von einigen Millionen Tonnen 55proz. Hämatit an.

In *Italien* ist allein die *Insel Elba* mit abbauwürdigem Eisenerz bedacht, das schon die Etrusker und Römer hier ausbeuteten. An der Ostküste der Insel sind in einer Nordsüd verlaufenden, 15 km langen Zone mehrere Lager von Eisenoxyden und untergeordneten Schwefelerzen angereiht. Die Erze siedelten sich in Kalken verschieden alter geologischer Schichten an bis in eozäne hinauf. Wahrscheinlich steht ihre Bildung in Zusammenhang mit dem Aufdringen der tertiären Eruptivgesteine Elbas: Kontaktmetasomatische Prozesse sind für ihre Bildung verantwortlich. Die Erze — meist Eisenglanz, mit untergeordnetem Rot- und Brauneisen und wenig Magnetit — enthalten bis zu 62% Eisen. Der Vorrat soll etwa 6 Millionen Tonnen sein.

Die Förderung Italiens betrug:

1913	603 116 t	Eisenerz; 1622 t Manganerze
1919	456 655 t	Eisenerz; 3841 t Manganerze
1922	311 214 t	Eisenerz; 3196 t Manganerze

Dagegen erreichte die Roheisenerzeugung 1913: 426 755 t und 1919: 239 710 t; es muß also starke Einfuhr von Eisenerzen eintreten.

Österreich.

Im heutigen Österreich mit Steiermark und Kärnten ist eine bis in prähistorische Zeiten zurückgreifende Eisengewinnung zu Hause, die sich auf die zahlreichen, über die nördliche Grauwackenzone der Ostalpen zwischen Innsbruck und Wiener Neustadt verstreuten gang- und stockförmigen Lagerstätten gründete. Von allen haben sich nur die zwei bedeutendsten bis heute bei der drückenden Konkurrenz der umliegenden, unter besseren Bedingungen arbeitenden Eisenländer im Abbau halten können, der steierische Eisenerzer und der kärntnische, weniger bedeutsame Hüttenberger Erzberg.

Die Erze des *steierischen Erzbergs* werden im Tagebau gewonnen, der über 50 Stockwerke zählt. Der Erzkörper, der infolge Verfaltung eine vertikale Mächtigkeit von über 700 m zeigt, besteht aus *Spateisenstein* und Ankerit (Eisencalciumcarbonat) mit sehr spärlichen Sulfiden. Die Erze umschließen nochSchollen der unveränderten (unterdevonischen) Kalke, aus denen sie durch Verdrängungsprozesse entstanden. Das rohe Erz enthält 38—40%, das geröstete bis 52% Eisen. Eine Durchschnittsanalyse des Rostspates ergibt 44,6% Eisen, 2,12% Mangan, 0,03% Phosphor und 0,04% Schwefel.

Es wurden gefördert:

von 1701—1800	3,7	Millionen t Erze
von 1801—1900	22,2	Millionen t Erze
von 1901—1911	15,1	Millionen t Erze

und im Jahre 1911 selbst 1,8 Millionen Tonnen.

Die Vorräte werden auf 206 Millionen Tonnen geschätzt.

In dem heutigen Deutsch-Österreich wurden in den letzten Friedensjahren ca. 2 Millionen Tonnen Eisenerze gewonnen, und aus diesen 600 000 t Roheisen. In den ersten Nachkriegsjahren sank die Produktion bis auf 500 000 t, um 1923 wieder auf 1 204 500 t Erze zu steigen mit einer Erschmelzung von 314 000 t Roheisen.

Ungarn.

Ungarn verlor durch den Frieden von Trianon alle Eisenerzgebiete bis auf das des Komitates *Borsod*. Im alten Ungarn wurden vor dem Kriege gegen 2 Millionen Tonnen Erze erzeugt. Die gegenwärtige ungarische Roheisenerzeugung (60 000 t) reicht nicht zur Versorgung der Eisen-Industrie.

Tschechoslowakei.

In der Umgebung von *Prag* sind dem Untersilur der böhmischen Mulde tektonisch stark gestörte *Eisensteinflöze* eingeschaltet, die sich bis nach Pilsen erstrecken. Diese sedimentären Lager enthalten Roteisen und Chamosit und reichlich Phosphor, so daß diese Erze erst nach Einführung des Thomasverfahrens verhüttet werden konnten. Die besseren, nun bald abgebauten Erze führen 35% Eisen und 10—14% Kieselsäure, während die minderen Sorten nur 30% Eisen, dagegen 18—23% Kieselsäure zeigen. Zu den letzteren gehört der größere Teil der auf 300 Millionen geschätzten Erzmenge, die aber wegen des hohen Kieselsäuregehaltes vorläufig kaum abbauwürdig ist.

Die in den früher ungarischen Komitaten *Gömör* und *Zips* aufsetzenden, wertvollen, zum Teil aber schon abgebauten *Spateisensteingänge* zeigen manche dem Abbau hinderliche Eigenschaften, und nur geringe Quantitäten.

Es werden deshalb in die Tschechoslowakei große Massen hochwertiger ausländischer Erze importiert, so aus Schweden und Jugoslavien.

Polen.

Neben einigen kaum nennenswerten Vorkommen — den Brauneisensteinen von Bendin, den obertriasischen Eisensteinflözen von Radom und Kielce — besitzt Polen im Bezirke *Czenstochau* ein Erzrevier, das wegen der erzarmen und wenig mächtigen Flöze nur von sehr geringer Bedeutung wäre, wenn nicht in der Nähe die oberschlesische Kohle läge. In den Mitteljura schalten sich hier auf erheblichen Flächen mehrere dünne Bänke von Toneisenstein mit einem Eisengehalt von 28—30% ein. Trotz des Vorrates von 30 Millionen Tonnen werden diese Erze nur bei anormalen Verhältnissen eine Rolle spielen.

Gefördert wurden 1923: 56 067, in 1924: 25 993 t Eisenerze.

Jugoslavien.

In Serbien alter Umgrenzung lebte eine blühende, erst unter der Türkenherrschaft zugrunde gerichtete Eisenindustrie. Doch sind alle diese Vorkommen — Magnetite am Ibar, Roteisenerze im Norden des Landes — gegenwärtig infolge ihrer Abgelegenheit und des Brennstoffmangels nicht bauwürdig.

Die kroatischen Brauneisenerze haben nur örtliches Interesse.

In *Bosnien* dagegen sind die Vorkommnisse von *Prijedor-Ljubia* und von *Vares* sehr beachtenswert. Ersteres gehört zu einem Zuge paläozoischer in Linsen zerquetschter Kalke, von denen drei aus einem Kerne von Spateisenstein mit Verwitterungsrinde aus Brauneisen bestehen. Die Erze von Ljubia werden im Tagebau gewonnen, und zwar zur Zeit die mindestens 50% enthaltenden Brauneisenerze, die nach Ungarn, der Tschechoslowakei und Triest exportiert werden. Mit einem Vorrate von 40 Millionen Tonnen — davon aufgeschlossen etwa 20 Millionen mit 9 Millionen Tonnen Limonit, dem Rest Spateisen — könnte Ljubia unter gewissen Voraussetzungen das Zentrum einer Eisenindustrie werden. Gegenwärtig ist es von der Regierung an die Wittkowitzer Gewerkschaft auf eine Reihe von Jahren verpachtet, der jährlich 600 000 t Erze zu liefern sind.

Vares, nördlich von Sarajewo, zeigt Spat-, Rot- und Brauneisensteine in der unteren Trias, die im Tagebau gewonnen werden, jedoch wegen ihrer ungünstigen Lage noch keine große Förderung zeigen (1912 160 000 t). Der Vorrat mag 40 Millionen Tonnen guter Erze betragen.

Rumänien.

Rumänien erbte von Ungarn: Die Erze des Szeklerlandes (kleine Vorkommen von Eisen- und Manganerzen), des Hunyader Komitates (einen Zug von Spat-, Rot- und Brauneisensteingängen mit 4 Millionen Tonnen verfügbaren, 8 Millionen Tonnen möglichen Erzen) und diejenigen des Banates (linsenförmige Vorkommen z. B. von Dognaczka, von Magnetit, von Rot- und Brauneisen, deren Vorrat auf 6 Millionen Tonnen veranschlagt ist).

Die Eisennot Rumäniens ist so wohl noch größer wie die der Schweiz und Italiens.

Griechenland.

Die unsicheren politischen Verhältnisse lähmen jeden Bergbau.

Roteisenstein ist bekannt von Laurion und der Insel Euböa. Auf vielen Inseln des griechischen Archipels finden sich Eisenerze, so auf Seriphos, Syras und anderen.

Ein anderes Erzgebiet, das auch Chromeisenerz gibt, liegt unweit der Küste in Lokris und Böotien und erstreckt sich bis auf die Inseln Euböa und Skyros; die Erze enthalten 48—52% Eisen.

1914 wurden gewonnen 299 286 t Eisenerz und 7059 t Chromeisenerz, 1915 nur 157 430 t bezüglich 10 420, 1916 84 985 t.

Rußland.

Eisenerzbergbau wie Eisenindustrie Rußlands haben ihren Ausgang von den Revieren des Zentralgebietes genommen, so dem Gouvernement Tula, wo sie bereits im 17. Jahrhundert in Blüte standen. Später trat der Bergbau des Urals und schließlich der Südrußlands mehr und mehr in den Vordergrund, so daß gegenwärtig das Zentralgebiet nur noch eine bescheidene Rolle spielt. Es wurde überflügelt vom Ural vermöge seines Holzreichtums und von dem südrussischen Krivoi Rog, dessen Erzbergbau in den Kohlenlagern des nahen Donezbeckens eine wichtige Stütze fand.

In *Zentral-Rußland* treten die Eisenerze in den verschiedensten Schichten auf, so im Devon, Karbon und Perm, in Jura und Kreide. Es findet sich Spateneisenstein und Brauneisenerz in der Form von Flözen und Verwitterungslagerstätten. Diese Vorkommen dehnen sich über weite Gebiete aus, halten sich in geringer Tiefe, erreichen aber nur selten Mächtigkeiten von 2—4 m. Der Gehalt an Eisen mag durchschnittlich 40% betragen. Phosphor und kieselsauere Beimengungen sind zum Teil in beträchtlichen Mengen vorhanden.

Die *Vorräte* werden etwa folgendermaßen abgeschätzt: im *Nord-Wiatka-Bezirk* über 100 Millionen Tonnen; im *Oka-Bezirk* (permische Brauneisenerze mit 40—50% Eisen und bis zu 3% Mangan) 100 Millionen Tonnen; im *Tula- und Kaluga-Revier* (Erze über den Braunkohlenflözen in 4—25 m Tiefe) über 600 Millionen Tonnen; im *Lipezki-Revier* des Gouvernements Tambow auf 680 Millionen Tonnen. Insgesamt wäre dies ein Vorrat von rund 1500 Millionen Tonnen; doch sind große Teile der erzverdächtigen Gebiete noch ununtersucht. Die Nähe der Braunkohle könnte in Zentralrußland unter gewissen Voraussetzungen einer, sich den gegebenen geologischen Verhältnissen anpassenden Eisenerzgewinnung und -verarbeitung lohnende Grundlage geben.

In *Nordrußland* werden Sphärosiderite und

Spateisenstein mit 35% Eisen im Roherz, auch Brauneisen gewonnen.

Eine große Reihe von Eisenerzlagerstätten sind über den *Ural* verstreut, deren gesamter Vorrat auf 500 Millionen überschlagen wurde. Ein Export ihrer Erze kommt infolge der ungünstigen Lage kaum in Betracht. Jedoch gaben sie Anlaß zu einer hochentwickelten Fein-Eisenindustrie.

Unter den uralischen Vorkommen seien erwähnt:

Der *Katschkanarberg* mit titanhaltigem Magnetit.

Gora Blagodat (Heiliger Berg) bei Kuschwinskoje, wo im Tagebau „blaues" und „rotes" Magneteisenerz gewonnen wird, das durch Silikate verunreinigt ist und ziemlich viel Phosphor enthält. Der Gehalt des Erzes an Eisen ist 57%. Als Vorrat gelten 130 Millionen Tonnen.

Wysokaja Gora (Hoher Berg) bei Nischne-Tagilskij, der älteste russische Magneteisenerzbergbau, mit 60—65proz. Mangan- und phosphorarmem Erz und einem Vorrat von 5 Millionen Tonnen.

Magnitnaja Gora (Magnetberg) im Südural, 375 km von Mijas, mit Magnet- und Roteisen, hochwertigen Erzen und größerem Vorrat (80 Millionen Tonnen?).

44proz. Brauneisensteine von *Bakal* werden bei Slatoust verhüttet (34 Millionen Tonnen). Im Reviere von *Alapajewsk* kommen Roteisen und Limonit in beträchtlichen Mengen vor (90 Millionen Tonnen).

In *Südrußland* steht an der Spitze aller russischen Lagerstätten der Ukrainische Bergbau von *Krivoi Rog* südlich von Jekaterinoslaw. Hier bilden sehr alte Quarzite lange mächtige Zonen, in denen die bis 50 m mächtig werdenden Linsenerzkörper liegen. Das Erz ist Roteisen oder Eisenglanz, der aus Magnetit hervorging. Als „Erz" gelten nur Partien mit über 50% Eisen. Der Mangangehalt ist sehr gering, der an Phosphor 0,013 bis 0,020%. Die Erze von Krivoi Rog waren schon dem Altertum als „skythische" bekannt. Die im Tagebau gewinnbaren, hochwertigen Erze (57 bis 65%) geben in Verbindung mit den Donezkohlen Veranlassung zu stätig steigendem Abbau und zur südrussischen Eisenindustrie. Der Vorrat mag 80 Millionen Tonnen betragen.

Schließlich mögen aus Südrußland noch die Karsterze des Donezgebietes, und die pliozänen Eisenerze von Kertsch (34—42% Eisen, 5,7% Mangan, 14—17% Kieselsäure) mit sehr großem Vorrate genannt werden.

Gefördert wurden an Roherzen:

	in ganz Rußland	Ural	Krivoi Rog	Zentral-rußland	Ferner Osten
1921/22	184 270	59 382	94 753	30 135	
1922/23	411 815	198 599	169 421	43 795	
1923/24	930 939	456 357	436 699	31 650	6233
1924/25 (Jan.-Juni)	785 239	304 632	448 659	25 512	6436

Der Permer Hüttentrust mit den Gruben Wysokaja Gora, Blagodat und Lebjaschy förderte 1921/22 8489 t, 22/23 115 t, 23/24 59 811 t, in den ersten 6 Monaten von 24/25 90 185 t. Der Hauptanteil entfällt auf die erstgenannte Grube, die 1923/24 förderte 40 939 t im ersten Halbjahr, 24/25 aber bereits 62 367 t.

Die größte Ausbeute erreichte der Süduraltrust, besonders mit den Bakalgruben, so im Jahre 1923/24 mit 142 806 t. Roherz, wovon allein auf Bakal 116 737 t entfallen.

Krivoi Rog steigerte seit 1921 die Zahl der arbeitenden Gruben wie die Leistungsfähigkeit. Die Leistungen sind aus der obigen Tabelle ersichtlich. Im ersten Halbjahr 1925 wurde mehr Erz gewonnen, als im ganzen Jahre 1923/24. Weitere Steigerungen sind vorgesehen.

Der Verbrauch an Erzen in der Ukraine wird für 1925/26 auf 2 950 000 t, der Export auf 1 150 000 t angenommen.

Als Vorräte der an Eisenerzen reichen Länder Europas sind — bei vorsichtiger Schätzung und unter Nichtberücksichtigung gewisser, vorläufig für den Abbau kaum bedeutsamer Reserven — etwa folgende Mengen von Eisenerzen anzunehmen:

Frankreich	5000	Millionen Tonnen
Großbritannien . .	2500	„ „
Skandinavien . . .	2500	„ „
Rußland	1400	„ „
Deutschland . . .	500	„ „
Spanien	400	„ „
Luxemburg . . .	300	„ „
	12 600	Millionen Tonnen

Die übrigen europäischen Länder besitzen zusammen dagegen nur rund 600 Millionen Tonnen an gewinnbaren Eisenerzen.

So würde sich der Vorrat Europas an solchen auf über 13 Milliarden Tonnen belaufen.

Zur Raumchemie der Stickstoffverbindungen.

Von KURT HESS, Berlin-Dahlem.

JAKOB VAN'T HOFF und JOSEF LE BEL gewannen vor nunmehr 51 Jahren die Vorstellung, daß die vier Affinitäten des Kohlenstoffs nicht, wie man bis dahin nach der Lehre von KEKULÉ und COOPER annahm, in einer Ebene, sondern im Raume angeordnet sind. Die Folgerungen dieser Vorstellung führte VAN'T HOFF und LE BEL zu einer *Theorie*, die heute nach mehr als 50 Jahren den inzwischen ungemein angereicherten Erfahrungenschatz der organischen Chemie mit derselben Schärfe umfaßt, wie am Tage ihrer Schöpfung (1). Diese Theorie ist daher heute als die grundlegende Theorie der Kohlenstoffverbindungen zu bezeichnen. Sie gipfelt in den bekannten drei von VAN'T HOFF formulierten Grundsätzen.

Von diesen Grundsätzen besagt der *erste*, daß die vier Valenzen des Kohlenstoffs nach den Ecken

eines regulären Tetraeders gerichtet sind, in dessen Mittelpunkt das Kohlenstoffatom zu denken ist. Sind daher die vier Valenzen eines Kohlenstoffatoms mit vier verschiedenen Radikalen besetzt, so erhält man ein *asymmetrisches Kohlenstoffatom*, und Verbindungen dieser Art kommen in zwei isomeren Formen vor, deren Moleküle sich wie Gegenstand und Spiegelbild verhalten, und die jede die Ebene des polarisierten Lichtes in entgegengesetztem Sinn drehen.

Der *zweite* Grundsatz behandelt die *freie Drehbarkeit* zweier durch einfache Bindung verketteter Kohlenstoffatome, so daß Isomerie nur für solche Körper dieses Typus in Frage kommt, die durch Drehung der Kohlenstoffatome um die gemeinsame Achse nicht zur Deckung gebracht werden können.

Der *dritte* Grundsatz befaßt sich mit den raumchemischen Folgerungen bei Kohlenstoffverkettungen durch *zweifache Bindung*[1]) (Äthylenkörper). Da durch eine zweifache Bindung eine freie Rotation zwischen Kohlenstoffatomen im vorerwähnten Sinn aufgehoben wird, so müssen bei verschiedenen Substituenten zwei Isomere existieren (Cis-Transformen, *geometrische Isomerie*).

Diese Grundsätze gelten bisher fast ohne Ausnahme[2]), sie vermochten Isomeriefälle zu erklären, denen die alte Auffassung einer planen Wirkungsweise der Affinitäten hilflos gegenüberstand.

Bis etwa zum Jahre 1890 beschränkten sich diese raumchemischen Untersuchungen auf Verbindungen, die im engeren Sinne des Wortes Kohlenstoffderivate sind. Erst im Jahre 1891 wurden durch ARTHUR HANTZSCH und ALFRED WERNER analoge Betrachtungen für stickstoffhaltige Verbindungen angestellt und damit die Stereochemie des Stickstoffs begründet. Während wir aber für das von VAN'T HOFF und LE BEL aufgestellte Kohlenstoffmodell im Wechselspiel von Deutung und Voraussage Bestätigung über Bestätigung erfahren haben, befindet sich der von HANTZSCH und WERNER sich eng an das VAN'T HOFFsche Kohlenstoffmodell anlehnende Entwurf einer Raumchemie des Stickstoffs noch in vollem Flusse der Entwickelung. So verlockt es denn, diese Entwickelung kurz zu schildern.

Ebenso wie eine Erweiterung der Vorstellungen über das Kohlenstoffmodell durch Deutung von überfälligen Isomeren veranlaßt wurde, gaben auch unerklärbare isomere stickstoffhaltige Verbindungen den Anstoß für die hier zu besprechende Entwicklung. HEINRICH GOLDSCHMIDT hatte im Jahre 1883 neben dem bekannten Benzildioxim eine zweite Verbindung gleicher Zusammensetzung und gleicher strukturchemischer Anordnung aufgefunden, der K. v. AUWERS und VIKTOR MEYER einige Jahre später noch ein drittes Isomeres zugesellten. Bei der damaligen Einstellung der Geister auf die Theorie von VAN'T HOFF und LE BEL glaubten AUWERS und MEYER die Deutung dieser Isomerie durch Anordnungen im *Kohlenstoffgerüst* erklären zu sollen und forderten eine Einschränkung des vorerwähnten zweiten Grundsatzes über die freie Drehbarkeit einfach gebundener Kohlenstoffatome. Erst ARTHUR HANTZSCH und ALFRED WERNER, und hier besonders der junge geniale WERNER, wie HANTZSCH hervorhebt, waren es, die im Jahre 1889 die auf den Kohlenstoff gebannte Aufmerksamkeit weg auf die Stickstoffatome dieser Verbindungen lenkten.

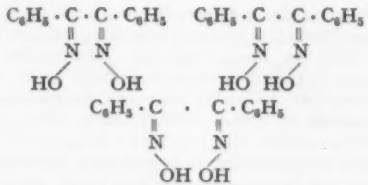
WERNER betrachtete alle hier inzwischen aufgefundenen Isomerien ähnlicher Art und fand für sie eine Erklärung durch die Annahme eines *Raummodells* für das Stickstoffatom, das sich für gewisse Verbindungstypen in folgender Weise begründen läßt. Sieht man das VAN'T HOFFsche Kohlenstoffmodell (Grundsatz 1) als gegeben an, so müssen in Verbindungstypen, wie den Nitrilen (R — C ≡ N), durch die Bindung mit dem Kohlenstoff die drei Affinitäten des Stickstoffs zwangsläufig im Raume angeordnet sein. Dasselbe muß auch für heterocyclische Ringgebilde gelten, an denen Stickstoffatome teilnehmen. Muß eine derartige Folgerung hier zugegeben werden, so liegt nach WERNER kein Grund gegen die Annahme vor, daß auch unter anderen Bedingungen die drei Valenzen des Stickstoffs außerhalb der Ebene, also im Raume zur Wirkung kommen. WERNER sieht daher für das dreiwertige Stickstoffmodell eine Form vor, bei der die Valenzen in den Ecken eines Tetraeders zur Wirkung kommen, in dessen vierter Ecke das Stickstoffatom sich selbst befindet.

Überträgt man diese Vorstellung auf den in Frage stehenden Typus der Oxime, so ergibt sich zwischen diesen und den Kohlenstoffverbindungen, mit denen sich VAN'T HOFF in seinem dritten Grundsatz beschäftigt, den Äthylenkörpern, eine enge Parallele. Wir erkennen, daß derartige Gebilde in zwei Raumisomeren vorkommen müssen, die grundsätzlich den geometrisch-isomeren Cis-Transformen der oben besprochenen Art (Grundsatz 3) entsprechen, wenn die Substituenten *a* und *b* am Kohlenstoff verschieden sind. Und übertragen

wir die Vorstellung auf die oben erwähnten, etwas komplizierteren Dioxime, die den Anstoß zu diesen Erörterungen gaben, so sehen wir, daß hier die Theorie die drei Isomeren gut zu erklären vermag:

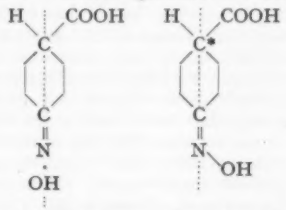
[1]) Heute treffender wegen des ungesättigten Charakters als Lückenbindung bezeichnet.

[2]) Überraschenderweise hat die Röntgenuntersuchung des Pentaerythrits $C(CH_2OH)_4$ ergeben, daß die vier (CH_2OH)-Gruppen das Methankohlenstoffatom *nicht* im Tetraeder-Verband umgeben, sondern eine den WERNERschen Platoverbindungen (vgl. WERNER-PFEIFFER, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, F. Vieweg, Braunschweig, 1923, S. 54) analoge Raumverteilung aufweisen. Vgl. H. MARK und K. WEISSENBERG, Zeitschr. f. Physik **17**, 301 (1923); Ber. d. dtsch. chem. Ges. **57**, 1823 (1924).



So steht bis heute die WERNERsche Theorie der Oximisomerie mit allen Erfahrungen in bestem Einklang, es sind hier nie mehr Isomere gefunden worden, als die Theorie vorsieht. Spricht dies bereits bei der überwältigenden Menge des Erfahrungsmaterials (das Anwendungsbereich der Theorie erstreckte sich in der Folgezeit auch auf ähnlich gebundene Stickstoffatome, wie sie in den Hydrazonen, Semicarbazonen usw. vorliegen) für die Stichhaltigkeit der räumlichen Anordnung derartig gebundener Stickstoffatome, so hat diese Vorstellung in den letzten Jahren eine schöne Bestätigung erfahren.

Der englische, auf raumchemischem Gebiete verdienstvolle Chemiker WILLIAM HOBSON MILLS (2) erkannte die Möglichkeit einer direkten Nachprüfung der räumlichen Wirkungsweise des Stickstoffs in diesen Verbindungen durch die Heranziehung des Oxims der *Cyclohexanon-4-carbonsäure* und sterisch ähnlich gebauter Verbindungen.



In diesen Verbindungen wird das bezeichnete Kohlenstoffatom * nur asymmetrisch, wenn die Oximgruppe räumlich im Sinne von WERNER angeordnet ist. In diesem Falle läßt sich, wie man leicht einsieht, keine Symmetrieachse durch das Molekül legen. Ist dagegen die Oximgruppe nach der alten Auffassung in einer Ebene angeordnet, so besitzt das bezeichnete Kohlenstoffatom eine Symmetrieachse und ist also nicht asymmetrisch. Tatsächlich läßt sich die in Frage stehende Oximsäure durch aktive Alkaloide spalten, so daß mit Sicherheit das bezeichnete Kohlenstoffatom asymmetrisch ist. Die Oximgruppe muß daher unsymmetrisch zum Kohlenstoffring liegen, was wiederum nur der Fall sein kann, wenn sie räumlich im WERNERschen Sinne angeordnet ist.

HANTZSCH und WERNER *verallgemeinern* in ihren grundlegenden Ausführungen über die Theorie der Oxime die Vorstellung über die räumliche Anordnung der drei Affinitäten des Stickstoffs *nicht* für andere Verbindungstypen. Wir müssen uns daher jetzt der Frage zuwenden, ob Isomeriefälle bekannt sind, die eine Verallgemeinerung dieser Anschauung fordern, ob etwa die Parallele, die zwischen dem dritten Grundsatz der Theorie von VAN'T HOFF und der Theorie der Oximkörper von WERNER zu gelten scheint, auch zwischen dem ersten Grundsatz und hier analogen Stickstoffverbindungen zutrifft, also Verbindungen

$$N(abc),\ N(ab)\cdot N(cd),\ N(ab)\cdot C(cde).$$

Sind Stickstoffverbindungen bekannt, die etwa den raumisomeren Milchsäuren nach WISLICENUS oder den raumisomeren Weinsäuren PASTEURS entsprechen?

Noch im gleichen Jahre, als ALFRED WERNER die besprochenen Grundlagen für eine Raumchemie des Stickstoffs gegeben hatte, war diese Frage von LE BEL geprüft worden. LE BEL behandelte sie zwar *nicht* für das *dreiwertige* Stickstoffatom, *sondern* für das sogenannte *fünfwertige*. So wollen auch wir der Entwicklung folgen und dieses wichtige Kapitel der Stickstoffchemie vorwegnehmen, wenn auch die Verhältnisse durch die höhere Zahl der Substituenten zunächst komplizierter zu liegen scheinen als beim dreiwertigen Stickstoffatom. Wir werden aber sehen, daß das sogenannte fünfwertige Stickstoffatom, das wir heute richtiger nach WERNER als koordinativ vierwertiges Stickstoffatom bezeichnen, dem vierwertigen Kohlenstoff in seinem raumchemischen Verhalten wesentlich näher steht als der koordinativ dreiwertige Stickstoff.

Wie LE BEL schon im Jahre 1890 wahrscheinlich gemacht hat, neun Jahre später dann von W. J. POPE und S. J. PEACHY (3) mit aller Schärfe nachgewiesen worden ist, existieren nun tatsächlich Verbindungen des koordinativ vierwertigen Stickstoffs, die in einem völlig analogen raumisomeren Verhältnis stehen, wie z. B. die optisch-aktiven Milchsäuren nach J. WISLICENUS. Der von den beiden Engländern beschriebene erste sichere Fall war hier das *Benzyl-phenyl-allyl-methyl-ammoniumhydroxyd*, das sie mit Hilfe von d-Kampfersulfonsäure in zwei die Ebene des polarisierten Lichtes in entgegengesetztem Sinne drehende Isomere spalten konnten. Diesem Beispiel folgten später zahlreiche[1]), die wir vor allem den umfangreichen Arbeiten E. WEDEKINDS verdanken. Die Existenz derartiger Isomerer ist nun gar nicht anders als durch die Annahme zu erklären, daß in völlig analoger Weise, wie die VAN'T HOFFsche Theorie dies in ihrem ersten Grundsatz für das Kohlenstoffatom vorsieht, in diesen Verbindungen die Valenzen des Stickstoffatoms im *Raume* zur Wirkung kommen.

So sind für ein derartiges Stickstoffatom verschiedene *Modelle* vorgeschlagen worden, von VAN'T HOFF, von WERNER und von JAKOB MEISENHEIMER. Es ist in unserem Zusammenhang völlig belanglos, welches von diesen Modellen wir wählen. Streng bewiesen ist noch keines und wird mit den

[1]) Hierher gehören auch grundsätzlich die Beobachtungen, die unlängst von J. MEISENHEIMER für das Sarkosin-diaethylendiamin-kobaltsalz mitgeteilt worden sind. A. 438, 261. 1924.

in der organischen Chemie gebräuchlichen Methoden wohl kaum zu beweisen sein[1]). Sympathisch mutet der Vorschlag MEISENHEIMERS an, der ähnlich wie für das Kohlenstoffmodell VAN'T HOFFS auch für das Stickstoffatom dieser Verbindungen Tetraederform vorsieht, nach dessen vier Ecken die vier die Kohlenstoffradikale fesselnden Valenzen wirken (4). Die Frage nach der Bindungsweise des Säurerestes erscheint in erster Linie belanglos, da die optische Asymmetrie nur durch das koordinativ vierwertige Kation veranlaßt ist. Ein derartiges Stickstoffmodell, das formal streng dem des Kohlenstoffs nachgebildet ist, setzt wie dieses voraus, daß die Existenz von Isomeren nur besteht, wenn alle vier Valenzen im Kation mit verschiedenen Radikalen besetzt sind, eine Voraussetzung, die nach bisher vorliegenden Erfahrungen im allgemeinen zuzutreffen scheint. Das angegebene Stickstoffmodell ist daher bis jetzt das wahrscheinlichste.

Wie liegen diese Dinge nun für den koordinativ *dreiwertigen Stickstoff*? Folgt hier das raumchemische Verhalten ebenso streng den VAN'T HOFFschen Grundsätzen für den Kohlenstoff wie der koordinativ vierwertige Stickstoff bzw. wie der dreiwertige Stickstoff in Lückenbindung mit dem Kohlenstoff? Kennen wir isomere Verbindungen des dreiwertigen Stickstoffs, die den d- und l-Milchsäuren analog sind?

Ermutigt durch den Erfolg, mit dem durch Spaltungsversuche dank der Stabilität der optisch-aktiven Komponenten die Anwesenheit asymmetrischer koordinativ gesättigter Stickstoffatome nachzuweisen gelungen war, glaubte man nun auch durch Spaltungsversuche die Frage für den koordinativ ungesättigten Stickstoff prüfen zu können (4a).

Aber die vergeblichen Bemühungen, die von den verschiedensten Seiten immer wieder wiederholt worden sind, Verbindungen vom Typus N(a b c) nach den bekannten Methoden in raumisomere, optisch aktive Verbindungen zu zerlegen, zeigten, daß die Frage hier nicht so klar liegt wie für das koordinativ vierwertige Stickstoffatom. Ein negatives Ergebnis ist aber nicht entscheidend, es kann auch durch die Unzulänglichkeit der Methode verursacht sein. Indessen weisen in Ergänzung zu diesen Mißerfolgen m. E. doch auch andere Versuche darauf hin, daß beim koordinativ ungesättigten Stickstoff des in Frage stehenden Verbindungstypus einer Spaltung *grundsätzliche* Schwierigkeiten entgegenstehen.

Man hat nämlich allgemein die Erfahrung gemacht, daß stabile aktive Ammoniumverbindungen sofort inaktiviert werden, wenn man ihnen die Gelegenheit gibt, in die tertiäre Aminbase überzugehen. Einen derartigen Übergang zeigen besonders die Jodide, die in Halogenalkyl und tertiäre Base zerfallen (5):

$$\underset{\text{beständig, opt. aktiv}}{[N(a\,b\,c\,d)]NO_3} \xrightarrow{\text{in Chloroform}} \underset{\text{unbeständig, opt. aktiv}}{[N(a\,b\,c\,d)]J} \rightarrow \underset{\text{opt. inaktiv}}{N(a\,b\,c)} + d\,J$$

[1]) Hier bedürfen wir der Röntgenmethode.

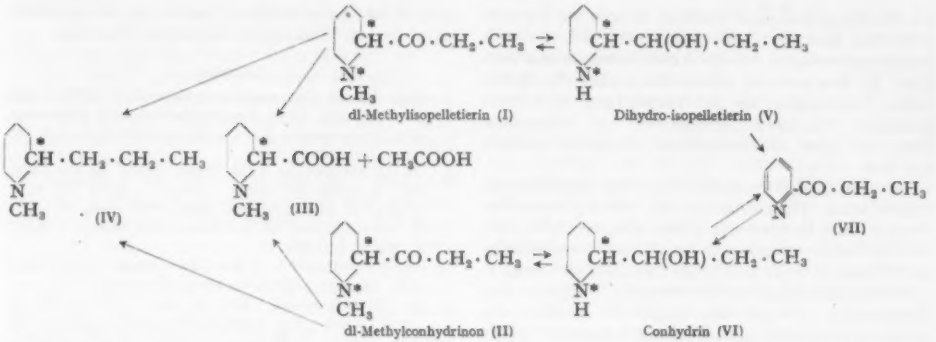
Wenn in der entstehenden Verbindung N(a b c) die räumliche Gruppierung erhalten geblieben wäre, die diese als Bestandteil der koordinativ vierwertigen Stickstoffverbindung doch wohl sicher besessen hat, so sollte sie nach Abspaltung des Halogenalkyls optisch-aktiv bleiben. Man könnte daher annehmen, daß beim Übergang von Verbindungen mit koordinativ gesättigtem Stickstoff in solche mit koordinativ ungesättigtem nach allen bisherigen Erfahrungen die Valenzen im ungesättigten Molekül sich in der *Ebene* anordnen. Aus diesen Gründen könnte man weiter folgern, daß allgemein in Verbindungen des dreiwertigen Stickstoffs vom Typus N(a b c) die Anordnung der Stickstoffaffinitäten in einer Ebene erfolgt.

Wir halten diese Folgerung aber *nicht* für gesichert. Es bleibt der Einwand, daß eine besondere Neigung koordinativ ungesättigter Stickstoffverbindungen zu *Autoracemisierung* die Prüfung der Frage auf dem Wege von Spaltungsversuchen hinfällig macht.

Nachdem wir oben gesehen haben, daß für Verbindungen vom Typus $c - N = C <$ (a b) eine räumliche Wirkungsweise der N-Valenzen sich nachweisen läßt (W. H. MILLS), müssen wir uns wohl mit Recht fragen, ob alle nicht lückenmäßigen Stickstoff-Kohlenstoffverkettungen zu der mir wenig befriedigend erscheinenden Folgerung einer planen Wirkungsweise Anlaß geben.

Bevor ich auf den hier existierenden, bisher einzigartigen Fall eingehe, muß ich voranstellend bemerken, daß kaum eine raumchemische Frage mit so zweifelhaften Ergebnissen behandelt worden ist, wie gerade diese. Es hat sich immer wieder herausgestellt, daß für zwei Isomere, für die man hier die Voraussetzung für eine Stickstoffisomerie für gegeben erachtete, die Voraussetzung schließlich doch nicht gegeben war. Ich nenne hier die Namen LADENBURG, FREUND und V. AUWERS.

Die grundlegende Voraussetzung, die selbstverständlich ist, die aber zu betonen hier angesichts der mißglückten Fälle doch besonders gegeben erscheint, ist die strukturchemische Identität der Isomeren. Der hier in Frage stehende Fall von Stickstoffasymmetrie liegt auf Grund sehr eingehender langjähriger Versuche, die in meinem Laboratorium ausgeführt wurden (6), höchstwahrscheinlich in dem isomeren Paar *Methylisopelletierin* und *dl-Methylconhydrinon* vor. Methylisopelletierin ist eine natürlich vorkommende Stickstoffbase, die wir aus den Extrakten der Rinde von Punica granatum isoliert haben; dl-Methylconhydrinon ist ein Umbauprodukt des Conhydrins, der bekannten Stickstoffbase des Schirlingsaftes (Conium maculatum), das mit dem Methylisopelletierin hätte identisch sein müssen. Auf Grund des Vergleiches der physikalischen Eigenschaften der Ketonbasen und ihrer Salze sind diese Stoffe aber nicht identisch. Die Ketonbasen haben beide die Konstitution eines *a-Propionyl-N-Methylpiperidins*. Bei der großen Wichtigkeit einer zweifelsfreien Beweisführung dieser Konstitution



für beide Basen will ich an Hand des folgenden Um- und Abbauschemas kurz auf diese Beweisführung eingehen.

dl-Methylisopelletierin (I) und dl-Methylconhydrinon (II) geben beide durch Oxydation ein und dieselbe N-Methylpiperidyl-α-carbonsäure (III) und Essigsäure, durch vollständige Reduktion ein und dasselbe α-(N-Methylpiperidyl)propan (IV) (dl-Methylconiin). Die den tertiären Aminoketonen entsprechenden, einander verschiedenen sekundären Aminoalkohole[1]) Dihydro-isopelletierin (V) und Conhydrin (VI), deren Beziehung zu den Muttersubstanzen durch Rückverwandlung zu ihnen gesichert ist, geben durch vorsichtig geleitete Dehydrierung ein und dasselbe α-Propionylpyridin (VII). Diese Beweisführung wird noch durch die Sondersynthesen von dl-Methylconiin, N-Methylpiperidyl-α-carbonsäure, dl-Methylconhydrinon, Conhydrin und α-Propionylpyridin ergänzt.

Hiernach bleibt nicht der geringste Zweifel an der Identität der strukturchemischen Konstitution der beiden in Frage stehenden Basen. Da Keto-Enoldesmotropie ausgeschlossen werden konnte — auch die entsprechenden Aminoalkohole sind verschieden! —, so kann die Verschiedenheit der Ketonbasen nur auf sterische Ursachen zurückgeführt werden.

Betrachten wir daraufhin die Konstitution der Basen (I und II), so sieht man, daß zunächst ein asymmetrisches Kohlenstoffatom vorliegt. Dies entspricht auch der Erfahrung, denn zu beiden optisch-inaktiven Raumformen wurden die entsprechenden optisch-aktiven Formen gewonnen. Aber das Asymmetriezentrum des Kohlenstoffs reicht nicht aus, um die Verschiedenheit der Racembasen zu erklären.[2]) Es muß noch ein zweites Asymmetriezentrum hinzukommen. Hier kann nur der Stickstoff in Frage kommen. Und dieser bietet nur Anlaß zur Asymmetrie, wenn in unsern Verbindungen seine drei Affinitäten im Raume zur Wirkung kommen.

Auf Grund der geschilderten Versuche habe ich daher annehmen müssen, daß in den Systemen, die den beiden isomeren Basen zugrunde liegen, die Stickstoffatome nicht in einer Ebene, sondern als räumlich gebunden angenommen werden müssen. Diese Annahme paßt sich den oben gegebenen Ausführungen von WERNER über das koordinativ ungesättigte Stickstoffatom insofern an, als die hier angenommene Raumlage auch nicht vom Stickstoffatom selbst bestimmt erscheint, sondern einerseits durch die Verknüpfung mit den Kohlenstoffatomen des Piperidinringes, andererseits, wie ich annehme, durch eine bisher noch nicht faßbare Valenzbeziehung feinerer Art, nämlich durch die Sauerstoffgruppe der Seitenkette stabilisiert erscheint. Dies geht u. a. daraus hervor, daß die Isomerie verschwindet, wenn die Sauerstoffgruppe aus der Seitenkette herausgenommen wird.

In dem hier aufgedeckten Fall einer Raumisomerie des dreiwertigen, mit Kohlenstoff nicht durch eine Lückenbindung verbundenen Stickstoffs erkennen wir daher eine ähnlich durch Bindung mit Kohlenstoff stabilisierte Raumlagerung der Stickstoffaffinitäten wie in den von ALFRED WERNER interpretierten Fällen des Cyantypus, der aromatisch heterocyclischen Stickstoffringe und des Oximtypus.

Versuchen wir die bisher gewonnenen Ergebnisse über das raumchemische Verhalten von Stickstoffverbindungen zusammenzufassen, so geschieht dies zweckmäßig im Vergleich mit den gesicherten Grundlagen der Raumchemie des Kohlenstoffs. Weitgehend analog wie der Kohlenstoff verhält sich raumchemisch der koordinativ vierwertige Stickstoff. Völlig verschieden vom vierwertigen Kohlenstoff verhält sich das koordinativ ungesättigte Stickstoffatom. Wir sind aber der Ansicht, daß dieses Verhalten nicht dahin verstanden werden muß, daß in koordinativ ungesättigten Stickstoffverbindungen die Valenzen in einer Ebene

[1]) Beide Aminoalkohole existieren infolge des zweiten asymmetrischen C-Atoms der Alkoholgruppe in je zwei diastereomeren Formen.

[2]) Man könnte daran denken, daß eine Raumisomerie durch die Lage der Ringkohlenstoffatome in verschiedenen Ebenen verursacht ist, aber die Identität von III und IV aus beiden Verbindungen spricht durchaus nicht hierfür.

zur Wirkung kommen, sondern neigen zu der Ansicht, daß hier die Möglichkeit einer Prüfung durch Spaltungsversuche infolge Autoracemisierung entfällt. In Erscheinung treten kann aber die räumliche Wirkungsweise in Verbindung mit dem räumlich starreren Kohlenstoff in doppelter Bindung oder in besonderen Ringanordnungen mit ihm.

Wir sehen, daß die Grundlinien der von WERNER begründeten Raumchemie der Stickstoffverbindungen auch heute noch gelten können, daß aber für die Verbindungen mit koordinativ ungesättigtem Stickstoff wohl besondere dynamische Verhältnisse berücksichtigt werden müssen. Entgegen den Folgerungen, die aus dem negativen Verlauf von Spaltungsversuchen gezogen werden könnten, sollte man bemüht bleiben, nach Fällen zu fahnden, in denen eine räumliche asymmetrische Anordnung in ähnlicher Weise realisiert ist, wie in dem bisherigen Sonderfall Methylisopelletierin-Methylconhydrinon. Ich möchte annehmen, daß man weitere solche Fälle finden wird und daß man dadurch von chemischer Seite mit zur Begründung eines allseitig befriedigenden Modells des koordinativ ungesättigten organisch gebundenen Stickstoffs beitragen wird, das in besserer Übereinstimmung mit dem aus seinem elektrischen Moment hergeleiteten Raummodell des Ammoniaks (7) steht, als die Annahme einer planen Wirkungsweise seiner Valenzen.

Literatur:

1. Vgl. hierzu den zusammenfassenden Aufsatz von P. WALDEN, Über Vergangenheit und Gegenwart der Stereochemie, Naturwissenschaften **13**, 301, 331, 352, 376. 1925.
2. W. H. MILLS und A. M. BAIN, Journ. of the chem. soc. London **97**, 1866. 1910; C. 1910, II, 1705; Journ. of the chem. soc. **105**, 1182. 1914; C. 1914, I, 1182; Journ. of the chem. soc. **123**, 312. 1923; C. 1923, I, 1586.
3. W. J. POPE und S. J. PEACHY, Journ. of the chem. soc. **15**, 192. 1899; C. 1899, II 1112.
4. J. MEISENHEIMER, Ber. d. dtsch. chem. Ges. **41**, 3970. 1908. Vgl. auch Liebigs Ann. d. Chem. **385**, 279. 1913. Vgl. auch J. VAN'T HOFF, Lagerung der Atome im Raume S. 124.

4a. Zuletzt J. MEISENHEIMER, Ber. d. dtsch. chem. Ges. **57**, 1744. 1924.

5. Vgl. hierzu E. WEDEKIND und H. UTHE, Ber. d. dtsch. chem. Ges. **58**, 470. 1925.
6. K. HESS und Mitarbeiter, Ber. d. dtsch. chem. Ges. **50**, 1386. 1917; **51**, 741. 1918; **52**, 964. 1919; **52**, 1622. 1919; **53**, 129. 1920; Liebigs Ann. d. Chem. **441**, 101. 1925.
7. Die Gestalt der Ammoniakmolekel als Tetraeder mit drei gleichschenkligen Seitenflächen erwiesen, F. HUND, Zeitschr. f. Physik **31**, 95, 106. 1925.

Über den Energieaufwand bei musikalischer Betätigung.

Von A. LOEWY, Davos, und H. SCHROETTER, Wien[1]).

Mag die Kunst nun der Erhebung oder der Belustigung des Menschen dienen, das Kunstwerk soll in jedem Falle ausschließlich unser Gefühl beschäftigen, wir sollen uns ausschließlich dem ästhetischen Eindruck, den es in uns erweckt, gewissermaßen naiv hingeben.

Schon jede theoretische Analyse desselben hemmt das Gefühl, das ein Kunstwerk in uns wecken soll, eine Beschäftigung mit den Mitteln, mit deren Hilfe ein Kunstwerk geschaffen worden ist, vermag es zu vernichten. Der kunstliebende und kunstverständige Laie, der ein Kunstwerk auf sich wirken lassen will, liebt es nicht, mit seiner Entstehung befaßt zu werden. Die Vorgänge, die an letzterer beteiligt sind, könnte man — soweit sie die Person des Künstlers betreffen — in innere und äußere scheiden; äußere, die von dem Künstler ausgehen, um seiner Schöpfung zum Dasein zu verhelfen; innere, die im Künstler selbst ablaufen, seien es psychische oder physische.

Unter den physischen Vorgängen kann man ganz allgemein diejenigen Veränderungen verstehen, die die Lebensprozesse des ruhenden Körpers durch die künstlerische Betätigung erfahren, die Steigerungen ihrer Intensität, die im wesentlichen durch Muskeltätigkeit zustande gebracht werden. Erst in jüngster Zeit hat man begonnen, diese genauer wissenschaftlich zu betrachten und ihrer Art, ihrem Umfange und ihren Wirkungen nach zu erforschen, und zwar bis jetzt ausschließlich auf dem Gebiete der Musik bzw. der Wiedergabe musikalischer Werke.

So sind in einem umfangreichen Werke von NADOLECZNY die Bewegungen des Brustkorbes, der Bauchwandungen, des Kehlkopfes beim Gesange studiert und graphisch verzeichnet worden. Früher schon hatten LOEWY und GUTZMANN die Druckverhältnisse im Brustraum gemessen, die durch die Tätigkeit der am Sprechen und Singen beteiligten Muskulatur erzeugt werden. Weiter hat TRENDELENBURG die Bewegungsvorgänge beim Spiel von Saiteninstrumenten eingehend untersucht. — *Eine* Frage, und nicht die uninteressanteste, war nur ganz vereinzelt aufgeworfen und zu beantworten versucht worden, nämlich welchen Einfluß denn künstlerische und speziell musikalische Betätigung auf den Energieumsatz des Körpers hat, wie weit die Umsetzungsprozesse durch sie gesteigert werden.

Während die Versuche der Verff. darüber im Gange waren, erfolgten die ersten Veröffentlichungen über den Gegenstand von OKUNEWSKI an einer Klavierspielerin, bei der der Stoffumsatz beim Spielen schwerer LISZTscher Stücke bis um 200% stieg, und von TIGERSTEDT und OLIN. Letztere bedienten sich der Respirationskammer, in der ihre Versuchspersonen sich musikalisch

[1]) Erschienen in Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **211**. Auch als Sonderdruck im Verlage von J. Springer, Berlin.

in verschiedener Weise betätigen. Sie bestimmten nur die Kohlensäureabgabe, und berechneten daraus die Kohlenstoffgabe vom Körper. —

Die Verff. vorliegender Arbeit benutzten ein dem ZUNTZ-GEPPERTschen analoges Verfahren. Die Versuchspersonen atmeten mittels Mundstückes bei zugeklemmter Nase und Einschaltung eines Ventilapparates in eine Gasuhr. So konnte die Änderung, die die Atemfrequenz, Atemtiefe und das geatmete Luftvolumen pro Min. erfährt, festgestellt werden. Eine Probe der Ausatmungsluft, die einen genauen Durchschnitt derselben darstellte, wurde auf ihren Kohlensäuregehalt und auf das Sauerstoffdefizit gegenüber der eingeatmeten Luft untersucht. Auf diese Weise waren die Gesamtkohlensäurebildung und der Gesamtsauerstoffverbrauch pro Min. zu berechnen. — Bei Untersuchung des Gesanges war es nötig, das Mundstück durch eine luftdicht schließende Maske (Kampfgasmaske) zu ersetzen, mit der der Ventilapparat vereinigt war. Sie wurde übrigens auch in einigen anderen Fällen benutzt. — Bestimmt wurde in allen Fällen zunächst der Ruheverbrauch, dann der bei der nun folgenden musikalischen Betätigung.

Vor Mitteilung der Ergebnisse und zu deren Bewertung ist es zweckmäßig, zunächst einige Zahlen über die Steigerung des Ruheverbrauches bei anderweiter Betätigung zu geben. Ein Vergleich mit diesen wird am besten zeigen, wie die beim Gesang oder beim Spielen von Musikinstrumenten gefundene Umsatzhöhenlage zu beurteilen ist.

Der Ruhewert wurde durch die Arbeit gesteigert: bei einer Handnäherin um 13%, bei einem Schreiber um 17%, bei einem Maschinenschreiber (schnelles Schreiben) um 31%, Schneider 22%, Damenschuhmacher 47%, Herrenschuhmacher 83%, Waschfrau 80%. —

Die Verff. haben 4 Sänger untersucht, sodann die Vertreter der wesentlichen Orchesterinstrumente (Davoser Kurorchester): Geiger, Cellisten, Kontrabassisten, 2 Trompeter und 1 Posaunisten, einen Pauker und Trommler und das Haupt der Kapelle, den Dirigenten. Im ganzen 13 Personen, wozu noch einige von SCHROETTER in Wien untersuchte Personen kommen.

Es ist von vornherein klar, daß der Energieverbrauch bei der musikalischen Betätigung in weiten Grenzen schwanken muß, und zwar schon beim Spielen des *gleichen* Instrumentes. Denn er ist abhängig von der Stärke der Intonation, die, zwischen pp und ff wechselnd, ganz verschiedene Anforderungen an die körperliche Leistung stellt; abhängig weiter von der Art des Musikstückes, seiner Melodik, ob Andante, Presto oder Furioso. Aber auch von der individuellen Spielart, ob ruhig oder erregt, ob nur die im direkten Dienste des Tonstückes stehenden Körperbewegungen ausgeführt werden, oder daneben mehr oder weniger ausgedehnte begleitende Bewegungen geschehen. Psychische Momente können bewirken, daß bei Gleichheit aller sonstigen Bedingungen die körperlichen Begleitbewegungen bei der gleichen Person zu verschiedenen Zeiten differieren und so zu Unterschieden in dem Energieverbrauch führen.

Dazu müssen sich Verschiedenheiten im Verbrauch gesellen, die durch die *Art* des gespielten Instrumentes bewirkt werden, wobei allerdings die Schwankungen, die schon für das *gleiche* Instrument zu erwarten sind, das Urteil darüber erschweren, in welchem Maße ein verschiedener Umsatz z. B. zwischen Geige und Kontrabaß, auf die verschieden anstrengende Betätigung bei beiden zu beziehen ist. Bei den Versuchen der Verff. wurde darauf geachtet, daß zwecks Ermittelung des ausschließlich für die — sei es vokale oder instrumentale — musikalische Betätigung benötigten Energieaufwandes alle begleitenden Körperbewegungen ausgeschaltet wurden. Ihre Werte liegen also an der unteren Grenze der für die Praxis zutreffenden, und müssen sich — besonders für den dramatischen Gesang — wesentlich erhöhen.

Unter diesen Bedingungen fanden die Verff. die in der folgenden Tabelle durch die Minimal- und Maximalwerte angegebene Schwankungsbreite.

Tabelle 1. *Gefundener Minimal- und Maximalaufwand an Energie.*

Tätigkeit	Prozentische Steigerung des Sauerstoffverbrauches	Mehraufwand in Calorien pro Minute	Mehraufwand in Calorien pro Stunde
1a) Sprechen (Lesen) Person 4	41,1— 47,3	0,45—0,56	27— 33
b) Singen Person 1—4	19,0— 83,0	0,19—0,93	11— 56
2) Klavier Person 5—7	47,0—200,0	0,67—1,75	40—105
Versuchsperson Wien	bis 270,0	bis 3,13	bis 188
3) Violine Person 8	64,0	0,77	46
Versuchsperson Wien	85,0—125,0	1,72—2,09	103—125
4) Cello Person 9	83,0—129,0	0,95—1,49	57— 89
Versuchsperson Wien	130,0—140,0		
5) Kontrabaß Person 10	48,0— 98,0	0,69—1,41	41— 85
Versuchsperson Wien	bis 270,0	bis 3,74	bis 224
6) Trompete Person 11 und 12	31,8— 60,6	0,27—0,98	16— 59
7) Posaune Person 13	45,5— 63,1	0,50—0,67	30— 40
8) Schlagwerk Person 14, Pauke	238,0—324,0	2,72—4,04	—
Trommel	161,0	1,89	—
9) Dirigieren Person 15	53,0—118,0	0,73—1,59	44— 95

Die Tabelle zeigt zunächst, wie erheblich die Schwankungen des Energieverbrauches beim Gesang und Instrumentenspiel sein können, die allein der für sie erforderlichen Muskeltätigkeit zugeschrieben werden müssen. Sie erscheinen gering beim Sprechen; aber dieses geschah stets laut und nur mehr oder weniger betont. Beim Gesang übertrifft das Maximum das Minimum um fast das 4fache, besonders groß ist — was verständlich ist — die Differenz beim Klavierspielen. Das Maximum beträgt das 6fache des Minimums. Bei den Streichinstrumenten ist sie meist geringer. Bei Violine und Cello liegt das Maximum um knapp 100% über dem Minimum, nur beim Kontrabaß steigt es bei der einen Person wieder fast zum 6fachen. Auffallend eng liegen die Grenzen des Energieverbrauches bei den Blasinstrumenten.

Betrachtet man die *absoluten* Werte unter Vergleich mit den oben für andere Tätigkeiten angegebenen, so ergibt sich die vielleicht etwas auffallende Tatsache, daß sie diese zum großen Teil weit übertreffen, ein Befund, der übrigens mit dem von TIGERSTEDT und OLIN gewonnenen vollkommen übereinstimmt.

Lautes Sprechen erfordert einen Energieaufwand, der den einer Handnäherin, eines Hand- und Maschinenschreibers und eines Schneiders weit übertrifft. Lautes Singen würde sogar an den Energieaufwand eines Herrenschuhmachers und einer Waschfrau heranreichen, wobei dieser nur von der Atem- und Kehlkopfmuskulatur bestritten wird. Dabei ist allerdings zu bedenken, daß dieser Aufwand beim Singen doch nur verhältnismäßig kurze Zeit geleistet werden kann, gegenüber der Dauerarbeit der genannten Handarbeiter. — Daß beim Klavierspiel gewaltige Steigerungen erreicht werden können, wird nicht wunder nehmen. Bei den Streichinstrumenten sind die Steigerungen auch über Erwarten hoch, wenn sie auch die beim Klavierspiel gefundenen nicht erreichen. Dabei zeigt sich, daß der Energieaufwand von Geige über Cello zum Kontrabaß — bei letzterem unter Bewältigung schwieriger Passagen — ansteigt. Der Energieaufwand beim Spielen von Streichinstrumenten bewegt sich bei *geringen* Anforderungen auf der mittleren Höhe des für den Gesang erforderlichen, aber die erreichbaren Höchstwerte können die beim Gesange weit übertreffen.

Eine besondere Stellung nehmen die Blasinstrumente ein. Trotz des beim Trompeten- und Posaunenblasen weit erheblicheren Gefühls der Anstregung als beim Singen erreichte der Energieverbrauch — abgesehen vom Sprechen — das niedrigste Maximum; es lag niedriger als das beim Singen gefundene. Dieser Gegensatz zwischen Anstrengungsgefühl und Leistung hängt mit einem ganz interessanten physiologischen Problem zusammen. Das Maximum der Leistungsfähigkeit fällt nämlich bei dem Spielen von Blasinstrumenten nicht mit dem normalen Gipfel der Arbeitsfähigkeit der Atemmuskeln zusammen; diese können unter normalen Bedingungen weit größere Arbeit schaffen. Aber beim Blasen von Instrumenten, ebenso auch beim sehr lauten Lesen, beim Kommandieren, bei sehr lautem Singen, liegen für die Arbeit der betätigten Muskeln keine normalen Bedingungen vor. Schon das lange Halten des Atems, wie es bei jedem Gebrauch der Atemluft, außer für respiratorische Zwecke, vorkommen kann, stört die Arterialisation des Blutes in der Lunge. Der Sauerstoffgehalt des in das linke Herz einströmenden Blutes sinkt allmählich, sein Kohlensäuregehalt steigt. Die Unfähigkeit beim Singen oder Sprechen mit einem Atemzuge über eine gewisse, individuell verschiedene, Zeit hinaus auszukommen, d. h. der Zwang zu einer neuen Einatmung ist eben durch den sich vermindernden Sauerstoffgehalt und den wachsenden Kohlensäuregehalt des Blutes gegeben.

Aber bei den Blasinstrumenten kommt ein zweites erheblich störendes, wenn auch wenig beachtetes Moment hinzu. Zur Tonerzeugung dabei ist ein erheblicher Druck erforderlich, der im Lungeninnern erzeugt werden muß. Er wurde von SCHROETTER zu 40—60 mm Hg gefunden. Bei solchen Druckwerten aber kommt es zur Zusammenpressung der großen Hohlvenen im Brustraume, deren Binnendruck ja minimal ist. Damit tritt eine Unterbrechung des Blutkreislaufes ein, die man an dem Kleinerwerden und schließlich am Verschwinden des Pulses beobachten kann. So kommt es schnell zu einer mangelhaften Blut- und

Tabelle 2. *Atemmechanik.*

Person	Körperliches Verhalten	Atemvolumina Liter Min.	Bemerkungen
J. P.	Ruhe	7,8—9,5	
	Gesang . . .	13,98	Maximum
	Gesang . . .	6,03	Minimum
W. R.	Ruhe	9,60	
	Gesang . . .	14,68	
H.	Ruhe	7,13	
	Gesang . . .	20,27	Maximum
Schr.	Ruhe	5,84—8,45	
	Gesang . . .	12,7	Maximum
	Lautes Lesen .	12,8	
	Pfeifen	19,4	
F.	Ruhe	6,63	
	Klavierspiel . .	13,66	
E.	Ruhe	7,8	
	Violinspiel . .	14,37	
M.	Ruhe	8,45	
	Cellospiel . . .	16,07	
W.	Ruhe	9,96	
	Kontrabaß . .	19,95	
B.	Ruhe	5,5—6,4	
	Trompete . . .	10,0—15,76	
R.	Ruhe	5,97	
	Trompete . . .	5,56	
J.	Ruhe	7,24	
	Posaune . . .	8,05	
M.	Ruhe	10,7	
	Pauke	26,2	
	bedeckte Pauke	31,67	
	Trommel . . .	24,9	
I.	Ruhe	9,4	
	Dirigieren . .	18,91	

damit Sauerstoffversorgung des Körpers, und zu einer besonders schnellen Abnahme der Sauerstoffmenge und Zunahme der Kohlensäuremenge des Blutes. Dadurch wird einerseits die Arbeitsfähigkeit der tätigen Atemmuskeln geschwächt und das vorzeitige Gefühl der Ermüdung hervorgerufen, daneben aber durch abnorm starke Reizung des Atemzentrums eine neue Inspiration erzwungen, also dem Blasen ein Ende gesetzt.

Ganz besonders erheblich sind die Steigerungen des Energieverbrauches beim Schlagwerk, was um so bemerkenswerter ist, wenn die geringe Anzahl der dabei betätigten Muskeln in Betracht gezogen wird. Allerdings ließen die Verff. mit stärkster Kraft Wirbel schlagen, die länger dauerten (einige Minuten), als das in praxi vorzukommen pflegt. Die starke Ermüdung der beim Pauken- bzw. Trommelwirbel beteiligten Muskeln hängt mit der abnorm häufigen Kontraktion und Wiedererschlaffung zusammen. — Die Verff. fanden, daß pro Sek. bei Pauke und Trommel 10—12 Schläge, d. h. pro Arm 5—6 Schläge erfolgten, wobei für die Trommel die doppelte Zahl Aufschläge zustande kommt, da der beim aktiven Aufschlag zurückgeworfene Schlägel wieder auf das Fell passiv niederfällt. —

Neben dem Energieverbrauch wurde, wie schon erwähnt, die Atem*mechanik* untersucht. Auch sie weist Eigentümlichkeiten auf. Besprochen seien hier nur die absoluten *Werte für die Minutenatemvolumina*. Sie sind aus den Tabellen der Verff. in vorstehender Tabelle 2 zusammengestellt.

Die Atemvolumina steigen wie bei jeder Muskeltätigkeit; allerdings nicht ausnahmslos. Bei vokaler Betätigung beträgt das Maximum 20,27 l; bei lautem Singen also soviel, wie bei mittelschwerer Arbeit oder mittelschnellem Marsche. Auffallend, aber durch die physiologischen Vorgänge erklärlich, ist der hohe Luftverbrauch beim Pfeifen; 19,4 l. — Der Klavierspieler zeigt einen verhältnismäßig niedrigen Wert: 13,66 l. Dieser ist aber allein durch die Finger- und Vorderarmbewegungen hervorgerufen, denn der Spieler saß absolut ruhig, mit an der Brustseite festliegenden Oberarmen. Hier handelt es sich also um Minimalwerte.

Bemerkenswert ist, in welchem Umfange beim Spielen von Streichinstrumenten die Lungenventilation zunimmt, trotzdem — wie schon vorher erwähnt — dabei alle überflüssigen Körperbewegungen vermieden wurden. Beim Kontrabaß ergibt sich als Mittel für die Versuchsminuten ein Wert von fast 20 l. — Bei den Blasinstrumenten sind die Atemvolumina meistens verhältnismäßig

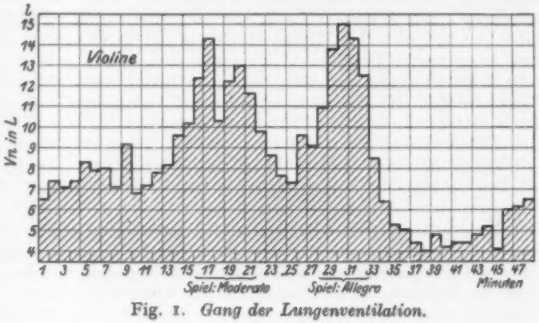


Fig. 1. *Gang der Lungenventilation.*

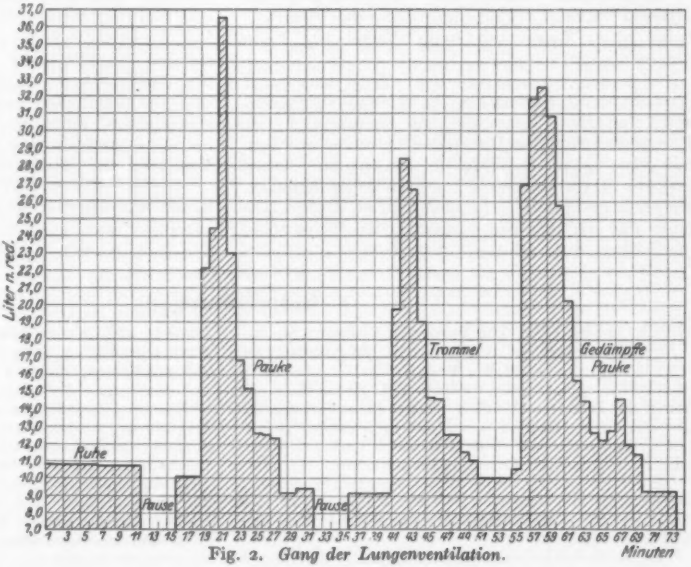


Fig. 2. *Gang der Lungenventilation.*

gering; bei der Posaune sogar niedriger als in Ruhe, was auch beim Gesange wiederholt beobachtet wurde (vergl. z. B. I. P. Tab. 2).

Am auffallendsten sind eigentlich die gewaltigen Steigerungen bei Betätigung der Pauke und der Trommel, wo sie i. M. bis zu 31,7 l ansteigen. — Wie sich der Gang der Lungenventilation in den einzelnen Minuten der Tätigkeit verhält, wie sie ansteigt und wie schnell sie wieder abfällt, zeigen am besten die beiden der Arbeit entnommenen Abbildungen.

Beim Violinspiel liegt danach das Maximum bei 15 l, bei der Pauke bei 36, 5 l. Anstieg und Abfall geschehen außerordentlich schnell.

Darauf, wie Atemfrequenz und Atemtiefe beeinflußt werden, soll hier nicht näher eingegangen werden. Die Arten des Atmungsablaufes werden durch entsprechende zahlreiche Bilder verdeutlicht.

Einen Hinweis verdient jedoch noch die Veränderung, die die *Pulsfrequenz* erfährt. Sie läßt erkennen, daß sekundär auch der Blutkreislauf eine Änderung erleidet. Dabei handelt es sich nicht um psychische Einflüsse, hervorgerufen etwa durch die Besonderheit und die Neuartigkeit der Versuche für die Versuchspersonen. In diesem Falle hätte nämlich die Pulsfrequenz schon bei den Ruheversuchen sich abnorm verhalten müssen. — Wie sie sich *während* der Betätigung des Schlagwerkes verhält, ist natürlich nicht festzustellen. Aber unmittelbar danach betrug sie nur 60—66 Schläge in der Minute. Bei den Blasinstrumenten wurden unmittelbar nach Beendigung des Spieles bis 100 Pulse gezählt; bei den Streichinstrumenten war die Pulszahl beim Baßspieler 72, beim Cellisten 87, beim Violinspieler 98.

Bedeutender waren die Steigerungen, die *während* vokaler Betätigung gefunden wurden: beim lauten Lesen 108, beim Pfeifen 105, beim Singen bis 126. —

Eine der Versuchspersonen wurde noch nicht erwähnt, der *Kapellmeister*. Es war von vornherein klar, daß die Werte, die bei Bestimmung des Energiebedarfes des Dirigenten gefunden wurden, nur eine ganz individuelle Bedeutung haben und nur für das dirigierte Tonstück gelten konnten. Nirgends mehr muß — nicht so sehr im Zusammenhang mit der Art des vorgetragenen Tonstückes als bedingt durch die mit dem Temperament des Dirigenten in Verbindung stehende ganz verschiedene Betätigungsweise — der Energieaufwand einem größeren Wechsel unterliegen. Es ist daher schwer, auch nur von einer bestimmten Größenordnung zu sprechen. Die Schwankungsbreite des Umsatzes würde sich erst durch seinen Vergleich bei verschiedenen Dirigenten verschiedensten Temperamentes und beim Dirigieren verschiedenste Anforderungen stellender Tonstücke feststellen lassen.

Immerhin ist es interessant, wenigstens *einen* Fall objektiv festgestellt zu haben. Dem Kapellmeister wurde suggeriert, daß er vor einem größeren Orchester die Einleitung zu Rossinis Wilhelm Tell zu dirigieren habe. Sein Dirigieren geschieht verhältnismäßig ruhig. Oberkörper und Kopf werden nicht wesentlich bewegt, die Zeichengebung erfolgt vorwiegend durch Betätigung der Arm- und Schultermuskulatur. Dabei stieg der Energieaufwand bei dem mäßig bewegten Beginn der Ouverture um 53%, bei der stärker bewegten Fortsetzung um ca. 120%. Das ist ein Aufwand, wie er bei den Streichinstrumenten und bei nicht zu anstrengendem Klavierspiel gefunden wurde, und der wesentlich nur von dem bei schweren Klavierstücken, bei schwierigeren Kontrabaßpassagen und von dem beim Schlagwerk übertroffen wurde. Der Energieaufwand reichte schon bei dem untersuchten Kapellmeister an die obere Grenze des für „Leichtarbeit" angesetzten heran. Betrachtet man die reichlichen und weitausladenden Körperbewegungen mancher Kapellmeister, so ist es klar, daß deren Umsatz den vieler „Schwerarbeiter" erreichen und übertreffen muß.

Die Arbeit der Verff. bringt zahlreiche Einzelheiten, die für den Musiker und Physiologen von Interesse sein können, derentwegen jedoch auf das Original selbst verwiesen werden muß.

Besprechungen.

KYLE, HARRY M., **The Biology of Fishes.** London: Sidgwick & Jackson 1925. 396 S., 77 Abbild. und 17 Tafeln. 14 × 22 cm. Preis 16 Sh.

The Biology of Fishes by HARRY M. KYLE M. A., D. Sc. ist der Titel eines Buches, welches soeben erschienen ist und einen Band in der Reihe biologischer Handbücher bildet, die von Prof. J. ARTHUR THOMSON M. A. LL. D. in Aberdeen herausgegeben werden.

Einer der ersten Bände dieser Reihe, The Biology of Birds, ist von dem Herausgeber selbst verfaßt und im Jahre 1923 erschienen, mehrere andere befinden sich in Vorbereitung.

Es ist vielleicht nicht ganz überflüssig, hier einzuschalten, daß das Wort Biology im vorliegenden Falle nicht in dem bei uns üblichen engeren, sondern in dem weiteren Sinne des englischen Sprachgebrauchs aufzufassen ist, daß es also Physiologie, Entwicklungsgeschichte, Stammesgeschichte und Biologie im engeren Sinne und, soweit zu deren Verständnis nötig, auch Anatomie und Morphologie, d. h. die ganze Naturgeschichte der betreffenden Tierklasse, umfaßt. In einem Anhang ist ein Überblick über das System der Fische angefügt.

Es sind gute Gründe, die mich veranlassen, den gewiß nicht kleinen Kreis von Interessenten in der Gelehrten- und in der gebildeten Laienwelt auf dieses Werk aufmerksam zu machen. Es mag als unwesentlich erscheinen, daß die Arbeit in einem deutschen Laboratorium, der Fischereibiologischen Abteilung in Hamburg, entstanden ist, aber es darf wohl darauf hingewiesen werden, daß der Verf. seinen Gegenstand in einem Grade meistert und ihn in einer so vielseitigen Beleuchtung zeigt, wie das nur wenige außer ihm vermöchten, weil nur wenige eine so gründliche Kenntnis der anatomischen, morphologischen und genetischen Verhältnisse der großen Klasse der Fische mit einer so eindringenden Betrachtungsweise und Auffassungsgabe zu vereinen in der Lage sind.

Die Schule von Prof. M'INTOSH, St. Andrews, dem Nestor der britischen Ichthyologie, Arbeiten in den Meeresstationen zu Helgoland und Plymouth, eine jahrelange Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Bureaus der Internat. Meeresforschung und last not least ein fortgesetztes und eindringliches Studium der unvergleichlichen ichthyologischen Sammlungen des South Kensington Museums in London haben den Verf. zu einem ungemein gründlichen Kenner seines Gegenstandes gemacht, und wenn es dessen bedürfte, so haben seine bewunderungswürdigen Veröffentlichungen über die Systematik und Entwicklungsgeschichte der

Heterosomata der zünftigen Welt seine Befähigung erwiesen, sich an eine so große Arbeit heranzuwagen, wie sie das vorliegende Werk darstellt.

Aus den Worten der Vorrede ersehen wir, wie der Verf. seine Aufgabe aufgefaßt und welche Gesichtspunkte ihn hauptsächlich geleitet haben.

Offenbar ist er kein Vertreter der DARWINistischen Schule. Für ihn ist das Hauptproblem nicht, wie sind die Eigenschaften der Fische oder die Fische selbst selektiv festgehalten worden, sondern wie sind sie entstanden? Die Fische nehmen eine ganz besondere Stellung im Tierreich ein. Obwohl man nicht mit Sicherheit sagen kann, woher sie kamen, so ist doch unbestreitbar, daß viele der wichtigsten Eigentümlichkeiten der höheren Wirbeltiere zuerst bei ihnen in Erscheinung treten, und daß sie die Vorläufer aller höheren Lebensformen sind.

Gewöhnlich nimmt man an, daß eine Art aus der anderen entstanden ist, und daß eine lange Reihe von Formen sich kontinuierlich bis in die allerfernste Vergangenheit verfolgen läßt. Das glauben wir alle, aber tatsächlich ist die Übersehbarkeit dieser Reihe des öfteren sozusagen durch Quersprünge verschleiert worden, und gerade bei Fischen lassen sich die Eigenschaften nicht auf jenes einfache Vererbungsgesetz zurückführen.

Die Erblichkeit scheint in der Tat bei den Fischen von geringerer Bedeutung zu sein als bei den höheren Tieren; darauf deutet auch die größere Variabilität ihrer Eigenschaften hin, und das Experiment zeigt, daß die Eigenschaften auf Veränderung der äußeren Bedingungen sehr fein reagieren. Die Konstanz einer Art ist geradezu abhängig von der Beständigkeit einer normalen Umgebung, und läge nicht die Gefahr einer Irreführung vor, so könnte man diese Beständigkeit in den Begriff der Erblichkeit einschließen.

Die Betätigung des Individuums ist das Bindeglied zwischen Erblichkeit und Umgebung und kann wahrscheinlich als der wirksamste Faktor in der Ausbildung von Merkmalen angesehen werden. Unter normalen Verhältnissen ist ihre Bedeutung verschleiert, aber bei Veränderung der Bedingungen kann nur diese Betätigung für das Auftreten neuer Merkmale verantwortlich gemacht werden. Das plastische mit den Überlieferungen der Vergangenheit erfüllte Material reagiert in elementarer Weise auf die neuen Eindrücke, und die neu entstehenden Merkmale können so völlig different und abweichend erscheinen, daß der genetische Zusammenhang nicht erkennbar bleibt.

Man muß sich auch die Frage vorlegen, ob natürliche Zuchtwahl, Überleben des Tauglichsten und die Vernichtung des Untauglichen, leitende Prinzipien in der Differenzierung und Entwicklung gewesen sind. Gibt eine derartige Annahme eine zulängliche Erklärung der Tatsachen?

Die Stellung des Verf. zu dieser Frage wird durch folgende Aussprüche von CH. DARWIN charakterisiert: „Die Theorie der natürlichen Zuchtwahl involviert, daß eine Form unverändert bleiben wird, wenn nicht irgend eine Änderung ihr zum Vorteil gereicht", und ferner: „Wenn wir auf Einzelheiten eingehen, so können wir nicht beweisen, daß eine einzelne Art sich verändert hat, und auch nicht, daß die angeblichen Veränderungen vorteilhaft sind, was das Fundament der Theorie ist, und wir können auch nicht erklären, weshalb einige Arten sich verändert haben und andere nicht."

Die meisten Naturforscher von heute werden wahrscheinlich diesen DARWINschen Worten zustimmen. Die Theorie der natürlichen Zuchtwahl als eine Erklärung der Entwicklung in der Vergangenheit kann man nicht beweisen, und wir sehen uns außerstande, von ihr Gebrauch zu machen, um die Aufeinanderfolge einzelner Vorgänge zu erklären, welche zur Bildung gegenwärtig vorhandener Eigentümlichkeiten führen. DARWIN hat auch die Möglichkeit zugegeben, daß eine Gruppe von Tieren „durch die Natur des Organismus und der äußeren Bedingungen, aber nicht durch natürliche Zuchtwahl" entstanden seien. Diese Feststellungen haben besonderes Gewicht für die Fische, und unschwer lassen sich zahlreiche Fälle anführen, in denen die Veränderungen alles andere als vorteilhaft gewesen sind und doch zu einem Fortbestand und einer Vermehrung der Art geführt haben.

Nur *ein* solcher Fall sei hier als Beispiel aufgeführt. Der Sonnenfisch (Orthagoriscus) macht als winzige Larve ein Entwicklungsstadium durch, welches man mit Wassersucht bezeichnen könnte. Der natürliche Gang der Entwicklung kommt zum Stillstand, die gewöhnlichen Muskeln und die Nervenstränge degenerieren oder entwickeln sich nicht weiter, und die Larve wird für einige Zeit im Wasser herumgerollt wie ein hilfloses Gelatinetröpfchen. Aber das Leben bleibt bestehen, die Form ändert sich wieder, neue Muskeln ersetzen die alten, neue Nervenverbindungen werden hergestellt, und es gelingt dem Sonnenfisch, sich zu einem der größten Fische zu entwickeln, mit einer Keimfruchtbarkeit, wie sie kaum anderweitig im Tierreich beobachtet ist. Eine Untersuchung der Eigenschaften des erwachsenen Sonnenfisches gibt keine Aufklärung über seine Vorfahren.

Wenn wir sehen, daß Fische trotz mangelhafter Gleichgewichtsverhältnisse durch ihre Gebarung einem Schicksal entgehen, dem sie durch Vererbung und natürliche Zuchtwahl gleichermaßen verfallen zu sein schienen, so müssen wir wohl glauben, daß dem lebenden Organismus eine Kraft innewohnt, die diesen beiden überlegen ist.

Wie man mit diesem Schluß vor Augen die Phänomene im Leben der Fische zu erklären und zu verstehen imstande ist, das ist in diesem Buche ausführlich dargelegt.

In dieser Hinsicht gehören zu den wichtigsten Kapiteln IV und V, welche die Entstehung der Merkmale des Kopfes, der Knochen, Flossen u. a. beschreiben, Kap. VIII, welches die Variationen und Mutationen der Fische, und Kap. XI, welches den Ursprung und die Entwicklung von Anpassungen behandelt. Wie man weiß, gibt die Zuchtwahllehre keine Erklärung über die Entstehung von Veränderungen; sie nimmt an, daß dieselbe „fortuitous" oder zufällig ist. In diesen Kapiteln aber zeigt der Verf., daß man den Ursprung und die weitere Entwicklung aus natürlichen Ursachen und Regeln erklären kann. Die Fische stehen auf einem so niedrigen Niveau, daß man sehen kann, wie die Eigenschaften — sowohl im Bau wie in der Form — zuerst *nicht* nützlich sind. Dann machen diese Eigenschaften eine Periode durch, in der sie entweder nützlich oder unnütz sein können, und schließlich folgt die Periode, in der der Fisch durch spezielle Anwendung die Eigenschaften zu bestimmten Zwecken braucht (wirkliche Anpassung). Viele Beispiele von diesen Entwicklungsphasen werden vom Verf. angeführt, Hautknochen, Stacheln, Schwimmblase, Reusenfortsätze der Kiemenbogen u. a. m. Es ist offenbar, daß der Naturforscher unabhängig von jeder Theorie solche Tatsachen ins Auge zu fassen hat. Über das gesamte Gebiet der Lebenserscheinungen bei den Fischen verbreiten diese Darlegungen neues Licht.

Ebenso lehrreich sind die Kap. IX und X über die Stammesgeschichte und die Verbreitung der Fische.

Aus ein und derselben pelagischen Form sind alle Fische hergeleitet, und ein Bild von der allmählichen Ausbreitung in Zeit und Raum und den Verwandlungen dieser Form wird uns unter Zuhilfenahme der WEGENERschen Theorie vorgeführt. Der Schluß, daß diese Stammform den Knochenfischen und nicht den Knorpelfischen zugehörte, wird vom Verf. in nachdrücklicher und überzeugender Weise gezogen.

Praktische Fragen, die Ergiebigkeit des Meeres (Kap. XIII), die Lebensverhältnisse der Fische (Kap. XII), die vermutlichen Ursachen der Laichwanderungen (Kap. III) u. a. betreffend, werden ebenfalls eingehend erörtert.

Ein letztes wichtiges Kapitel (XIV) behandelt das Geistesleben der Fische, wobei die Erscheinungen desselben durch viele Einzelheiten in anziehender Weise belegt werden. Wer möchte glauben, daß alle die Empfindungen, die wir beim Menschen kennen, in irgendeiner Form auch schon bei Fischen vorhanden sind.

Dieser Hinweis auf den Inhalt einzelner in ihrer Behandlung des Stoffes besonders originaler Kapitel läßt erkennen, daß der Verf. bestrebt war, die Methoden und Hilfsmittel der exakten Naturforschung in einem Maße zur Anwendung zu bringen, das für die Behandlung spezifisch biologischer Fragen bisher nur selten erreicht worden ist. E. EHRENBAUM, Hamburg.

BRANDT, A., **Sexualität. Eine biologische Studie.** Dorpat 1925. (In Kommission bei E. Reinhardt, München.) 172 S. 17 × 24 cm. Preis 5 Goldmark.

Die vorliegende Studie über Sexualität ist als erster spezieller Teil gedacht zu einer Fortsetzung, in welcher die biologisch-soziologische Begründung des Feminismus gegeben werden soll; der Verf. gibt darin, in durchaus abgeschlossener Form, eine Übersicht über alle Fragen des zu allen Zeiten interessierenden Sexualitätsproblems.

Als Anfänge der Sexualität sieht Verf. den „Kannibalismus" an; d. h. die Erscheinung, daß gleiche Einzeller primitivster Art miteinander verschmelzen, sich also gegenseitig gleichsam fressen. Der SCHILLERsche Gedanke, daß Hunger und Liebe allein das Getriebe erhalten, wäre demnach so zu erweitern, daß die beiden Faktoren nichts Gegensätzliches enthalten, sondern die „Liebe" nur eine spezielle Form des „Hungers" darstellt. Aus dem Üblichwerden solcher Vorgänge mag sich dann echte Sexualität entwickelt haben; wie sie sich ausbildet, bleibt allerdings noch in Dunkel gehüllt.

Um seine Gedankengänge näher zu erläutern, geht Verf. auf die Fortpflanzung niederer Algen ein: Die dort neben größeren Makrogameten auftretenden kleineren Mikrogameten sind vielleicht so zu erklären, daß bei ihnen eine stärkere Zellteilung stattfand und sie demnach einer anderen Zellgeneration angehören als die Makrogameten. Mit Herstellung typischer Makrogameten, die als ♀, und Mikrogameten, die als ♂ bezeichnet werden müssen, wäre dann eine regelmäßige Sexualität erzielt. Bedauerlicherweise konnten an dieser Stelle die neuen Untersuchungen HARTMANNS über relative Geschlechtlichkeit (Biol. Zentralbl. 1925) nicht mehr berücksichtigt werden, die ganz besonders geeignet sind, auf die Entstehung der Sexualität bei Algen Licht zu werfen.

Da es Lebewesen gibt, die keiner Befruchtung bedürfen, weil sie noch keine Sexualität haben, und ferner solche, die trotz vorhandener Sexualität keine Befruchtung nötig haben, kommt Verf. am Schluß seines Kapitels zu Folgerungen von der Unsterblichkeit der Protozoen.

Bei der Besprechung der Geschlechtszellen der Metazoen bespricht Verf. ausführlich die Trennung in Soma- und Propagationszellen. Er stimmt der WEISMANNschen Keimplasmatheorie *nicht* zu, besonders deshalb, weil die Gonaden häufig auch von Somazellen regeneriert werden; ferner spricht gegen die Keimplasmatheorie „die nunmehr durch Beobachtung und Experiment zur Genüge bewiesene Erblichkeit auch erworbener Eigenschaften", für die Verf. ein gestutzschwanziges Foxterrierpärchen anführt, bei dem unter 12 Jungen 7 Stummelschwänze waren.

Ebensowenig wie zwischen Soma- und Keimzellen will Verf. eine Gegensätzlichkeit zwischen männlichen und weiblichen Fortpflanzungsprodukten gelten lassen und hebt bei der Beschreibung der Ei- und Samenelemente infolgedessen stets die Ähnlichkeit hervor. „Trotz der extremen Unterschiede auf typisch höchsten Stufen bleiben beiderlei Geschlechtszellen genetisch und morphologisch innig miteinander verknüpft."

Bei den im 3. Kapitel behandelten Reduktionserscheinungen der Geschlechtszellen polemisiert Verf. gegen den Ausdruck „Reifeteilung" und schlägt dafür Eiverjüngung vor. Er gibt der Vermutung Ausdruck, daß die dabei stattfindenden Teilungen mit ihren Chromatinverlusten einen Chromatinhunger erzeugen, der dann die Kopulation in die Wege leitet; eine Annahme, die wohl nicht überall widerspruchslos angenommen werden dürfte.

Die Schilderung der Befruchtung selbst (IV. Kap.) gibt Gelegenheit, derartige Gedankengänge weiter auszuspinnen. Auch hier stellt Verf. die Bedeutung trophischer Erscheinungen in den Vordergrund und läßt die gegenseitige Annäherung der Geschlechter aus dem Bestreben hervorgehen, sich einander zu bemächtigen und zu verspeisen. „Hier findet die bekannte Vermutung Anschluß, der menschliche Kuß wurzele auf einem gastronomischen Genuß. Den Nahrungstrieb als Ausgangspunkt des Geschlechtstriebes betrachtend, verstehen wir auch die erotisierende Wirkung des Kusses."

Die verschiedenen Fortpflanzungsarten leitet Verf. von der *Teilung* ab. Verschiebt sich bei der einfachen Teilung in 2 Stücke das Größenverhältnis zugunsten der einen Hälfte, so daß eine größere und eine kleinere entsteht, so sprechen wir von *Knospung*; bei noch stärkeren Unterschieden der Teilstücke schließlich kommt es zur Ablösung immer kleinerer Partien und schließlich zu Einzelzellen, die darauf, unter ständiger Vermehrung, in einer Reihe von Regenerationsvorgängen „in Kürze die phylogenetische Gesamtskala des betreffenden Wesens rekapitulieren".

Fakultativ ist *jede* Zelle dazu imstande, einem neuen Organismus den Ursprung zu geben; doch sind es in erster Linie indifferent gebliebene oder gewordene Zellen, auf welche die Fortpflanzung übertragen wird; hierbei pflegen diese Zellen durch Hinzukommen von Hüllen, Nährstoffen oder sogar Nährzellen für ihren Zweck besser ausgerüstet zu werden und so die oftmals außerordentlich komplizierten Eier zu bilden, denen wir bei höherer Differenziertheit begegnen.

Man sieht auch aus den hier wiedergegebenen Äußerungen, daß Verf. sich nicht auf den Boden der Keimplasmalehre stellte. Am Schluß seiner Ausführungen über die verschiedenen Fortpflanzungsarten betont er dies noch einmal ausdrücklich mit den Worten, daß ein „prinzipieller Gegensatz zwischen den somatischen und propagatorischen Zellen aufgehoben" sei, und führt einige Beispiele für diese seine Meinung an.

In dem Kapitel über den Ursprung der Geschlechter werden die einzelnen einschlägigen Hypothesen über die Geschlechtsbestimmung einer Kritik unterworfen; alle auch nur anzuführen wurde unterlassen, da gegenwärtig ihre Zahl auf annähernd 500 geschätzt wird.

Verf. kommt zu dem Schluß, daß die Sexualität als labile Anpassungserscheinung zu betrachten ist, und hält es aus diesem Grunde für erklärlich und verständlich, daß verschiedenartige, selbst ganz leichte Beeinflussungen bei der Differenzierung des Geschlechtes maßgebend sein können. Es vermag demnach sowohl der Chromosomenbestand der Keimzellen wie auch der Dimorphismus der Eier und Spermien, ferner das Alter der Geschlechtsprodukte sowie die selbständige Umstimmbarkeit der Sexualdrüsen, endlich eine spätere Zufuhr von Nahrungsstoffen oder der Einfluß von Temperatur- und anderen Außeneinflüssen das Geschlecht in dieser oder jener Richtung endgültig bestimmen. Wir sehen daher „alle so unendlich lang gehegten Hoffnungen, das Sexualproblem durch eine spezifische einheitliche Lösung zu erklären, zuschanden werden." „Wenn wir aber trotzdem sämtliche in den Einzelfällen maßgebende geschlechtsbestimmende Ursachen unter einen Hut zu bringen versuchen, so kann das nur innerhalb eines sehr weiten Gebietes von Phänomenen geschehen, wie des der trophischen Beeinflussungen im weitesten Sinne des Wortes."

Da Verf. die sexuellen Vorgänge nicht streng von trophischen Erscheinungen abgrenzt und männliche und weibliche Tendenzen nicht prinzipiell verschieden sein läßt, ist es verständlich, daß für ihn auch bei den ausgebildeten Organismen besonders die Formen interessieren, bei denen die sexuellen Zustände keine unwandelbaren sind. Er führt im 7. Kapitel eine große Anzahl solcher Organismen an und kommt zu einer Ablehnung der Theorie, welche bereits die geschlechtlich noch nicht differenzierten Embryonalzellen hermaphroditisch sein läßt. Er hält es für eine gekünstelte, dualistische und daher entbehrliche Auffassung; „indifferent in ihren phyletischen Uranfängen, sind die Fortpflanzungszellen und mit ihnen auch die entsprechenden Gonaden" vielmehr als „asexuell" zu betrachten.

Auf dem Gebiete der accessorischen Geschlechtsmerkmale ist die Zahl der Beispiele und ihrer Erklärungsversuche so außerordentlich angewachsen, daß schon eine Aufzählung unmöglich erscheint. Verf. kommt nach einer Kritik dieser Erscheinungen im 8. Kapitel, in dem auch die neuesten Ergebnisse von Harms, Steinach u. a. gewürdigt werden, zu dem Schluß, anstatt zwei sich bekämpfender Geschlechtsimpulse nur einen einzigen anzunehmen: den männlichen, welcher den weiblichen = indifferenten in seinem Sinne modifiziert und differenziert. Macht er sich gar nicht geltend, so entsteht ein reines Weibchen; kommt er in schwachem Maße zum Durchbruch, so entstehen Zwischenformen, die bald mehr männlicher, bald mehr weiblicher Natur sein können. Tritt der männliche Impuls endlich voll und ganz in Szene, so entsteht ein reines Männchen; und da der progressive männliche Impuls nicht nur in der Keimdrüse konzentriert auftritt, sondern auch den gesamten Organismus zu durchdringen vermag, kommt es am Endpunkt der Reihe zur Ausbildung von „Vollmännchen", die sich in jeder Weise von „Vollweibchen" sofort unterscheiden.

Dem vollkommenen Männchen und Weibchen als Ganzes ist das letzte Kapitel gewidmet, das allgemeiner gehalten ist. In diesen Schlußfolgerungen wird mit der Annahme einer unbedingten Prävalenz des Maskulinums über das Femininum gebrochen, die sich lediglich aus der Betrachtung der Verhältnisse beim Menschen und den ihm nahestehenden Säugern ergab. Tatsächlich ist eine solche Annahme männlicher Prävalenz aber als Ausnahme zu werten: denn schon bei den Vögeln überwiegen die Weibchen die Männchen häufig bedeutend an Größe, und bei den Fischen wird dies bereits zur Regel. Bei einer großen Anzahl niederer Tiere wird das Größenverhältnis zugunsten der Weibchen so verschoben, daß man dort von Zwergmännchen redet. Auf derartigen Beobachtungen fußend, wird von manchen Autoren das männliche Geschlecht geradezu als Hungergeneration bezeichnet!

Wenn dies bei den Menschen und Säugern sowie einer Anzahl anderer Tiere den Tatsachen zuwiderläuft, so liegt dies daran, daß hier Kämpfe zwischen den Männchen um die Weibchen stattfinden und dadurch nur die stärksten Individuen zur Fortpflanzung kommen. Auch dort ist aber der Unterschied der Geschlechter niemals sehr groß, und „Zwergweibchen" vollends sind nirgends bekannt.

Wie aus den kurzen Inhaltsangaben der einzelnen Kapitel hervorgeht, ist das Buch Brandts für den Laien sowohl als auch für den Fachmann eine lesenswerte Lektüre; neben einer Ordnung des umfangreichen Materials aus älterer und neuerer Zeit bietet es vielseitige Anregung, und zwar nicht nur dann, wenn man sich mit den Gedankengängen des Verf. einverstanden erklären kann, sondern auch an Stellen, wo man zum Widerspruch herausgefordert wird.

W. Goetsch, München.

BETHE, A., G. v. BERGMANN, G. EMDEN und A. ELLINGER, **Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, mit Berücksichtigung der experimentellen Pharmakologie.** Bd. VIII/1. I. Energieumsatz. Berlin: Julius Springer 1925. X, 654 S. und 136 Abbildungen. 17 × 26 cm. Preis geh. 45,—, geb. 49,50 R.-M.

Vor kurzem wurde an dieser Stelle auf das Erscheinen des neuen Handbuches der Physiologie hingewiesen, sein Plan und die Anordnung des Inhaltes besprochen und zugleich über den zuerst erschienenen Band 2 Bericht erstattet. Sehr schnell schon ist diesem Bande als zweiter derjenige gefolgt, der sich mit einem Teil des Energieumsatzes befaßt, nämlich mit der *mechanischen* Energie, d. h. mit den verschiedenen bei den organischen Wesen zu beobachtenden Bewegungsformen.

Die Einteilung ist derart, daß zunächst die im wesentlichen bei den niedersten Lebewesen, aber auch bei den Leukocyten der in der Tierreihe am höchsten stehenden Wesen verwirklichte *Protoplasmabewegung* eine Besprechung erfährt, wobei auf die neueren Anschauungen ihres Wesens, ob es sich um Kontraktion des Protoplasmas handelt oder nicht, und allgemeiner auf die Theorie ihres Zustandekommens eingegangen wird. — Es folgt eine Behandlung der Bewegungserscheinungen an den mit *Myoidfäden* ausgestatteten niedersten Wesen, d. h. mit Organen, die als Vorläufer der Muskeln zu betrachten sind. Beide Artikel stammen aus der Feder von Spek, Heidelberg. — Anschließend daran werden die *Wachstumsbewegungen bei Pflanzen* von Sierp, München, und die Bewegungen kontraktiler Organe an Pflanzen von K. Stern, Frankfurt a. M. abgehandelt, wobei besonders letztere eingehend nach der physikalischen Seite hin erörtert werden.

Den bei weitem größten Teil des Bandes nimmt natürlich die *Muskelphysiologie* ein, deren einzelne Abschnitte von den zur Zeit hervorragendsten Vertretern bearbeitet worden sind. Der ganze Stoff ist in folgende Unterkapitel eingeteilt: *Histologische Struktur und optische Eigenschaften der Muskeln* (Hürthle und Wachholder, Breslau), *physikalische Chemie* des Muskels von Neuschlosz, Rosario, *mechanische Eigenschaften* des Muskels und Verlauf der Muskelkontraktion von Wallace O. Fenn. An diese Kapitel reiht sich die Dar-

stellung des *Muskeltonus* sowie gesondert davon der *Kontraktur* und *Starre*, beide von RIESSER. Die Beziehungen zwischen Nerv und Muskel bearbeiteten FÜHNER und KÜLZ. — Gesonderte Kapitel befassen sich mit dem Einfluß anorganischer Ionen auf die Tätigkeit des Muskels (NEUSCHLOSZ) und dem pharmakologischer Agenzien (RIESSER-SIMONSON). In den letztgenannten Kapiteln wird neben der Skelettmuskulatur zugleich auch das Verhalten der glatten Muskulatur besprochen. Sehr eingehend berichten dann EMDEN, zum Teil in Verbindung mit Schülern über die *chemischen Vorgänge bei der Muskelkontraktion*, unter Anschließung eines Kapitels über den chemischen Aufbau der Muskelsubstanz. Die in diesem Abschnitt mitgeteilten Beobachtungen verdienen besonderes Interesse, weil sie über die chemischen Vorgänge bei der Muskelkontraktion ganz neue Kenntnisse vermittelt und — nach der chemischen Seite hin — unser Wissen von den Vorgängen bei der Muskelverkürzung hervorragend gefördert haben.

Dasselbe gilt von den nachfolgenden von MEYERHOF bearbeiteten Abschnitten über die *Atmung* des Muskels mit und ohne Sauerstoff und mehr noch von der *Thermodynamik* des ruhenden und tätigen Muskels und der Theorie der Muskelarbeit, die sich auf letztere aufbaut. Über die neuartigen Anschauungen, die sich durch die Untersuchungen nicht zum wenigsten von MEYERHOF selbst ergeben haben, hat dieser in den „Naturwissenschaften" wiederholt selbst berichtet. — Entsprechend dem allgemeinen Plan des Werkes schließt sich ein *pathologisches* Kapitel an über *Degeneration* und Regeneration der Muskeln, über Transplantation, Hypertrophie und Atrophie und über Myositis (JAMIN, Erlangen). Besonders ausführlich werden die verschiedenen Formen der Atrophie und die Theorien über ihre Entstehung gewürdigt. — Ein mehr *klinisches* Kapitel über *Elektro-Diagnostik und Elektrotherapie* stammt von KRAMER, Berlin.

Der letzte Abschnitt des Werkes handelt von der *Wirkung der Muskeln im Körper*, (E. FISCHER und W. STEINHAUSEN). Er betitelt sich „allgemeine Physiologie der Wirkung der Muskeln im Körper", und dementsprechend wird in ihm von den Gesetzen gehandelt, die den Muskelbewegungen im Körper zugrunde liegen von den Schwerpunkten der einzelnen Teile und ihrer Beziehung zum Gesamtschwerpunkt, von den verschiedenen Formen der Gelenke und der Art, wie die Muskeln an ihnen angreifen, alles dieses im wesentlichen im Anschluß an die Versuche von BRAUNE und FISCHER und an deren mathematische Ableitungen. Vielleicht hätte mancher neben den *allgemeinen* Ausführungen auch speziellere Hinweise gewünscht über die Gewichte, Schwerpunkte und Trägheitsmomente der einzelnen Körperteile, während nun Interessenten für diese Punkte auf die Tabulae Biologicae hingewiesen werden.

Auch dieser Band bringt, wie der erstbesprochene, den Leser auf die Höhe des gegenwärtigen Wissens, und zur Zeit gibt es kein zweites Werk, das in gleicher Ausführlichkeit und Zusammenfassung in das weite und über eine Reihe von Wissenschaften sich erstreckende Gebiet der Muskelphysiologie einführt.

A. LOEWY, Davos.

ENGLER, A., und K. PRANTL; **Die natürlichen Pflanzenfamilien.** 2. Aufl. 21. Band: Parietales und Opuntiales. Leipzig: Wilhelm Engelmann 1925. 660 S., 288 Textabb. und 1 Tafel. 17 × 24 cm. Preis geh. 42, geb. 48 Goldmark.

Über Zweck und Bedeutung dieses Werkes in seiner neuen Auflage sind die Leser dieser Zeitschrift schon durch die Berichte über die beiden zuerst erschienenen Bände unterrichtet worden. (Naturwissenschaften **12**, 1195, 1924; **13**, 968, 1925). Der vorliegende Band enthält Kakteen und die Reihe der Parietales, die durch eine stattliche Zahl meist kleiner Familien ausgezeichnet ist. Diese Familien, zu denen aus der heimischen Flora z. B. die Guttiferen, Cistaceen und Violaceen gehören, sehen äußerlich recht verschieden aus. Sie werden untereinander auch nur gruppenweise in nähere verwandtschaftliche Beziehung gesetzt, und der Anschluß dieser Gruppen wird an ganz anderen, zum Teil recht tief gelegenen Stellen des Systems gesucht. Die Zusammenfassung zu einer Reihe rechtfertigt eine ungefähr gleiche Organisationshöhe der Familien*typen*. Lehrreiche Angaben hierüber bietet die von ENGLER verfaßte Einleitung.

FR. MARKGRAF, Berlin-Dahlem.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Der Herausgeber hält sich für die Zuschriften und vorläufigen Mitteilungen nicht für verantwortlich.

Über die Abtrennung des Milchsäure bildenden Ferments vom Muskel und einige seiner Eigenschaften.

Während die hydrolysierenden Fermente verhältnismäßig leicht vom Leben und der Struktur der Zelle abgetrennt werden können und bei einigen von ihnen neuerdings, vor allem durch WILLSTÄTTER und H. v. EULER, eine weitgehende Reinigung erreicht ist, ist dies für die Fermente, die die energieliefernden Reaktionen im Organismus katalysieren, nicht so weitgehend gelungen. Den ersten Erfolg auf diesem Gebiet erzielte bekanntlich E. BUCHNER durch Gewinnung eines gärenden, zellfreien Hefepreßsaftes, aus dem sich das Gärungsferment „Zymase" durch Fällung mit Aceton oder Alkohol-Äther niederschlagen ließ. Mit ähnlichen Methoden gelang es später WARBURG und dem Verfasser, auch das Atmungsferment vom Leben und der Struktur der Zelle in einem gewissen Umfang abzutrennen (bei Seeigeleiern, Bakterien, Leberzellen, Hefe)[1].

Eine besondere Bedeutung als energieliefernde Reaktion spielt die Spaltung von Zucker in Milchsäure, vor allem im Muskel, da sie hier die Quelle der Arbeitsleistung ist. Schon frühzeitig stellten EMBDEN und seine Mitarbeiter[2] aus Muskeln, sowie aus einigen anderen Organen Preßsäfte nach BUCHNER her, die eine spontane Milchsäurebildung aufwiesen und imstande waren, aus zugesetzter Hexosediphosphorsäure [der von HARDEN und YOUNG entdeckten Zwischenform

[1]) O. WARBURG und O. MEYERHOF, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **149**, 250. 1912; O. WARBURG. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **154**, 599. 1913; O. MEYERHOF, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **170**, 367, 428. 1918.

[2]) EMBDEN, KALBERLAH und ENGEL, Biochem. Zeitschr. **45**, 45. 1912; EMBDEN, GRIESBACH und SCHMITZ, Zeitschr. f. physiol. Chem. **93**, 1. 1914/15.

der alkoholischen Gärung[1])] weiter Milchsäure zu bilden, sich aber gegenüber Glykogen und Traubenzucker unwirksam erwiesen. Während, wie der Verfasser zeigte, nach bloßer Zerstörung der groben Struktur (Zerschneidung) das Muskelgewebe zugesetzten Traubenzucker, Hexosediphosphorsäure und Glykogen in ähnlichem Maß in Milchsäure spalten kann[2]), schwindet nach LAQUER durch Gefrieren in flüssiger Luft diese Fähigkeit gegenüber dem Traubenzucker, bleibt aber gegenüber dem Glykogen erhalten[3]). Die bisherigen Methoden zur Abtrennung des Fermentes waren jedoch unvollkommen, und die Wirksamkeit der Präparate beschränkt. So ist selbst der Muskelpreßsaft nicht völlig strukturlos, sondern stellt eine dichte Körnchensuspension dar (Myosingranula von BOTTAZZI). Auch ist seine fermentative Kraft nicht sehr groß. (Nach EMBDEN werden im ganzen etwa 0,1—0,2% Milchsäure spontan, weitere 0,05—0,1% aus zugesetzter Hexosediphosphorsäure gebildet.)

Wie neuere Versuche zeigten, gelingt es verhältnismäßig leicht, durch Extraktion vorsichtig zerkleinerter Froschmuskulatur mit unterkühlter, isotonischer KCl-Lösung (bei — 1° bis — 2°) und scharfes Zentrifugieren einen völlig durchsichtigen, granulafreien Auszug zu gewinnen, der eine gleichmäßige und starke enzymatische Wirksamkeit besitzt, dagegen nahezu frei von spaltbarem Kohlenhydrat ist und daher spontan fast keine Milchsäure bildet. Mit diesem lassen sich die Eigenschaften des „glykolytischen" Fermentes, hinsichtlich seiner Spezifität gegenüber den verschiedenen Zuckern, seiner Abhängigkeit von Milieubedingungen, seiner Kinetik ebenso leicht studieren, wie dies für die Zymase in den Hefeextrakten nach BUCHNER oder V. LEBEDEW möglich ist. Aus der in Gang befindlichen Untersuchung seien hier die folgenden Resultate mitgeteilt:

Der richtig hergestellte Extrakt bildet Milchsäure aus Glykogen und Stärke mit einer in mehreren Stunden langsam abfallenden Geschwindigkeit von 0,15—0,2% Milchsäure pro Stunde (bezogen auf das Frischgewicht Muskulatur, das zur Herstellung diente), bei 20° und konstantem p_H von etwa 7,4. Es ist dies ungefähr $^2/_3$ der Geschwindigkeit der spontanen Milchsäurebildung zerschnittener Muskulatur. Jedoch wird auch durch mehrfache Extraktion der Muskel nicht an Ferment erschöpft. Vielmehr ist die abnehmende Wirksamkeit der folgenden Extraktionen hauptsächlich auf den Mangel an rascher auslaugbarem, kochbeständigem Koferment zurückzuführen. Bei Zusatz von diesem läßt sich in summa in den Extrakten ein größerer Umsatz erzielen, als er direkt in der Muskulatur erhalten werden kann, so daß hier die Geschwindigkeit jedenfalls nicht durch den Enzymgehalt, vielleicht aber durch den Kofermentgehalt begrenzt wird. Bezogen auf den Trockengehalt ist die Spaltungsgeschwindigkeit des ersten Extraktes 5mal so groß wie in der zerschnittenen Muskulatur oder 100mal so groß wie im intakten Muskel. Das Enzym ist also leicht wasserlöslich. Es läßt sich aus der Lösung mit Aceton niederschlagen und nach Waschen mit Äther trocknen, doch hat es nach Wiederauflösung nur noch höchstens $^1/_5$ seiner vorherigen Wirksamkeit behalten. Auch sonst ist es sehr empfindlich. Die wässerige Lösung verliert ohne Kohlenhydratzusatz schon in einigen Stunden den größten Teil ihrer Wirksamkeit und hält sich auch in Eis nur $^1/_2$ Tag; bei 37° wird sie fast momentan inaktiv. Das Ferment ist durch Berkefeldkerzen filtrierbar; auf dem Ultrafilter läßt sich das früher nachgewiesene dialysable und kochbeständige Koferment[1]) abtrennen, das den an sich unwirksamen Rückstand zu Milchsäurebildung aktiviert. Auch hier läßt sich die Wiederanregung des Rückstandes nicht allein durch Muskelkochsaft, sondern auch durch Hefekochsaft erreichen, wie es für die Atmung der Muskulatur beschrieben wurde.

Die Fähigkeit der Enzymlösung zur Milchsäurespaltung ist auf bestimmte Kohlenhydrate beschränkt. *Die Hexosen, darunter der Traubenzucker, ebenso die Disaccharide, wie Maltose, Amylobiose* (PRINGSHEIM), *werden nur ganz schwach angegriffen, ebenso wie in den obenerwähnten Versuchen* LAQUERS. *Dagegen ist bei mittleren Konzentrationen* (0,2—0,5%) *die Geschwindigkeit der Milchsäurebildung nahezu gleich aus Glykogen, Stärke, deren Bestandteilen Amylopektin und Amylose und Trihexosan* aus Amylopektin [PRINGSHEIM][2]), während das aus Amylose gewonnene Dihexosan deutlich etwas schwächer wirkt, zumal bei noch kleineren Konzentrationen (0,05—0,15%). Die besondere Wirksamkeit des Trihexosans stützt die Auffassung H. PRINGSHEIMS[3]), daß es aus dem labilen Grundkörper des Glykogens durch intramolekulare Umlagerung entsteht, wenn dieser bei der Desassoziation aus dem Verbande des Kolloids in Freiheit gesetzt wird. Ja, bei noch höheren Konzentrationen (1—2%) sind die genannten Stoffe sogar dem Glykogen überlegen, wahrscheinlich weil dieses erst langsam durch das diastatische Ferment im Muskel zu den Abbaustufen gelangt, die bei den Stärkespaltprodukten auf rein chemischem Weg (Erhitzen in Glycerin) oder unvollendete amylolytische Spaltung erreicht worden sind. Außer diesen höheren Kohlenhydraten bilden Milchsäure Hexosediphosphorsäure (aus Hefe), die hieraus von NEUBERG gewonnene Fructosemonophosphorsäure[4]) und die ROBISONsche Hexosemonophosphorsäure[5]). Während man darin ein weiteres Argument zugunsten der Beteiligung einer Zuckerphosphorsäure an der Bildung der Milchsäure im Sinne EMBDENS erblicken darf, erscheint es nicht erlaubt, die genannten Hexosephosphorsäuren einfach als Intermediärprodukte der Kohlenhydratspaltung anzusprechen. Vielmehr ist die Spaltungsgeschwindigkeit von Stärke und Glykogen höher als die der Phosphorsäureester; ja sogar wenn sie mit letzteren nahezu auf Null gesunken ist, ohne daß die Ester aufgebraucht wären, läßt sich durch nachträglichen Stärkezusatz noch eine kräftige Milchsäurebildung hervorrufen. Zweifellos entsteht bei der Spaltung des Glykogens und der Stärke, genauer der Hexosane, eine aktive Hexosemodifikation, die unter Mitbeteiligung der Phosphorsäure in Milchsäure zerfällt. Hierzu stimmt auch, daß Phosphatzusatz zum Extrakt, etwa bis zu der im Muskel vorhandenen Konzentration, zwar die Geschwindigkeit der Milchsäurebildung aus Glykogen in den ersten

[1]) HARDEN und YOUNG, Proc. of the roy. soc. of London, Ser. B. **80**, 299. 1908; Biochem. Zeitschr. **32**, 173. 1911.

[2]) O. MEYERHOF, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **188**, 114. 1921.

[3]) F. LAQUER, Zeitschr. f. physiol. Chem. **122**, 26. 1922.

[1]) O. MEYERHOF, Zeitschr. f. physiol. Chem. **102**, 1. 1918; Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **188**, 148. 1921.

[2]) H. PRINGSHEIM, Ber. d. dtsch. chem. Ges. **57**, 1581. 1924.

[3]) H. PRINGSHEIM, Naturwissenschaften **13**, 1084. 1925.

[4]) C. NEUBERG, Biochem. Zeitschr. **88**, 432. 1918.

[5]) ROBISON, Biochem. journ. **16**, 809. 1922; **17**, 286. 1923.

Stunden verlangsamt, den Gesamtumsatz aber nicht unwesentlich erhöht.

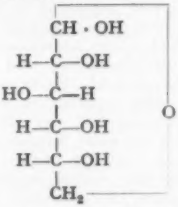
Herrn Prof. HANS PRINGSHEIM bin ich für die Überlassung der von ihm dargestellten Stärkebestandteile, Herrn Prof. C. NEUBERG für Überlassung verschiedener Zuckerphosphorsäuren zu Dank verpflichtet.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, den 25. Januar 1926. OTTO MEYERHOF.

Über eine stabile γ-Glucose.

Als γ-Zucker bezeichnet man Zucker mit von der normalen Lage abweichenden Sauerstoffringen. Aus Glucose, Galaktose, Mannose, Arabinose und Rhamnose sind bisher die γ-Formen nur in Gestalt von Derivaten, insbesondere von Methylglucosiden, dargestellt worden. Wegen der Instabilität der freien γ-Zucker ist es bisher in keinem Falle gelungen, sie in freiem Zustande oder gar krystallinisch zu isolieren; doch unterliegt es nach den neuesten Forschungen keinem Zweifel, daß sie in biologischen Umsetzungen als Zwischenprodukte, z. B. als Blutzucker, sowie als Konstituenten höherer Polysaccharide, vornehmlich der Stärke und des Glykogens eine große Rolle spielen.

Es ist mir nun (mit Fräulein S. KOLODNY) gelungen, durch Aufspaltung des Lävoglucosans mit kalter konzentrierter Salzsäure, nachdem wir die geringe Menge entstandener Glucose durch Vergärung entfernt haben, eine strukturisomere Form der Glucose zu gewinnen, woraus die Unvergärbarkeit des Zuckers folgt. Er ist in wässeriger Lösung stabil ($[\alpha]_D = 85°$), wird aber beim Erwärmen mit verdünnten Säuren leicht in normale Glucose umgewandelt. Durch diese Umwandlung ist die der Glucose eigentümliche Kohlenstoffkette und Konfiguration bewiesen, aus der Bildung eines Pentacetates (verschieden von α- und β-Pentacetylglucose) ist auf die Anwesenheit von 5 Hydroxylen zu schließen. Es ist anzunehmen, daß der Körper aus dem Lävoglucosan (Glucoseanhydrid $<1{,}4><1{,}6>$) durch Öffnung der furoiden Sauerstoffbrücke durch Wasseranlagerung entstanden ist und somit folgende Konstitution besitzen muß:



Die Auffassung erhält eine Stütze durch den Methylierungsversuch, der nur zur Trimethylostufe führte, beim Erhitzen mit verdünnter HCl geht die Trimethyl-γ-Glucose in die bekannte 2,3,5-Trimethylglucose $<1{,}4>$ von entsprechender Drehung und Reduktionskraft über. Bei der Methylierung ist also trotz Anwesenheit eines freien 1-ständigen Hydroxyls keine Glucosidifizierung erfolgt; durch die Verschiebung der Sauerstoffbrücke von 6 nach 4 ist bewiesen, daß auch in 4-Stellung ein Hydroxyl war: die 5 Hydroxyle unserer γ-Glucose sind also an die C-Atome 1—5 verteilt, die labile Sauerstoffbrücke muß somit von 1 nach 6 gespannt sein.

Berlin, den 22. Februar 1926.

H. PRINGSHEIM.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 14. Dezember 1925 hielt Herr Dr. H. LOUIS (Berlin) einen Vortrag über **glazialmorphologische Beobachtungen im Albanischen Epirus.** Die von Professor ERNST NOWACK in Wien im Auftrage der albanischen Regierung unternommene geologische Durchforschung Albaniens erforderte eine brauchbare topographische Grundlage für die geologische Kartierung. Es wurde also die Ergänzung der umfangreichen Kriegsaufnahmen der verschiedenen Besatzungsarmeen zu einer vollständigen neuen Karte von Albanien notwendig, denn neben den großen österreichischen und den sehr viel kleineren italienischen und französischen Aufnahmegebieten waren bedeutende Lücken geblieben. Deren Schließung wurde Aufgabe des Vortr., der in den Sommern 1923 und 1924 NOWACK auf seinen Reisen in Albanien begleitete. Der Vortr. benutzte den Sommer 1923 zu glazialmorphologischen Beobachtungen im Süden des Landes, dem albanischen Epirus. Das Land Albanien ist ein Teil des Dinarischen Gebirges, welches die ganze Westseite der Balkanhalbinsel einnimmt. Der albanische Abschnitt dieses Gebirges erhält seinen besonderen Charakter dadurch, daß hier die westlichen, im Sinne der Tektonik äußeren Stränge des Gebirges ein Bündel niedriger NNW-SSO streichender Rücken bilden, die aus den sandig-tonigen Gesteinen des Jungtertiärs bestehen. Die Rücken haben meist einfachen sattelförmigen Bau, die zwischen ihnen dahinziehenden, oft sehr breiten Längsfurchen sind Muldenregionen. Dieses sanftwellige Land mit seiner spärlichen xerophilen Vegetationsdecke, über dem im Sommer die heiße Luft flimmert, ist Niederalbanien.

Einen ganz anderen Charakter hat die Landschaft im Osten, wo sich mauerartig die hohen Gebirge Inneralbaniens erheben. Sie sind bis in den Sommer hinein mit Schnee bedeckt. Das Buchenwaldkleid, das sie in größeren Höhen tragen, verstärkt noch den Eindruck, daß an diesen Gebirgen eine ganz neue, andersgeartete Landschaft beginnt. Sie haben im Gegensatz zu den Rücken Niederalbaniens einen recht komplizierten Falten- und Überschiebungsbau. Die Bewegungsrichtung weist, wie überall in den Dinariden nach Westen gegen die Adria.

Weiter im Süden bleibt zwar das tektonische Verhältnis der relativ einfach gebauten Küstengegenden zu dem kompliziert gebauten Inneralbanien ungefähr erhalten. Die orographischen Verhältnisse aber ändern sich vollkommen. An die Stelle von Niederalbanien tritt Epirus.

Schon südlich des Semeni-Flusses in der Landschaft Malakastra wachsen die streichenden Fortsetzungen der niederen Rücken Niederalbaniens zu ganz ansehnlichen Gebirgskämmen empor, deren Höhen sich um 1000 m herum bewegen. Unter dem Mantel des Jungtertiärs hebt sich dabei zuerst der alttertiäre Flysch heraus. Schließlich kommen unter dem Flysch Nummuliten- und Rudistenkalkmassen zum Vorschein, die in großen Teilen des Mittelmeergebietes das Liegende des Flysches darstellen; sie bilden die hohen Gipfel. Die Entblößung der Kalke von ihrer Flyschüberdeckung ist so jung, daß die Erosion fast noch gar nicht in den Kalk einschneiden konnte. Daher haben die Kalkgipfel rundliche, plumpe Formen. So bildet die Malakastra das Übergangsglied zwischen Niederalbanien und Epirus.

Südlich der Breite von Vlorë, das die Italiener Valona nennen, werden aus den Kämmen hohe Gebirge von 1500 bis weit über 2000 m Höhe. Auch sie haben im großen noch die Form von mächtigen Rücken. In ihnen kommen die Kalke zu voller Entfaltung. Der früher vorhandene Mantel der jüngeren sandig-tonigen Gesteine ist jetzt in den Gebirgen abgetragen. In den Längstalfurchen dagegen, überhaupt in den tiefer liegenden Gebieten herrscht der Flysch. Dürftig ist das Vegetationskleid. Weite Flächen werden in den tiefer gelegenen Gebieten von Felsheide ähnlich der dalmatinischen Felsheide und von Gestrüppformationen eingenommen. Nur hier und da finden sich Reste lichter Eichenwälder, die einstmals wohl weit größere Räume bedeckt haben, und Hartlaubgehölze (Macchien). In den Hochregionen über 1200 m Höhe dehnen sich weite, meist dürftige Grasfluren. Sie bilden die Grundlage der Weidewirtschaft und sind durch Rodung von Wald wahrscheinlich stark vergrößert worden. Es handelt sich hier um Buchenwald, dem sich gelegentlich Tannen zugesellen; doch ist er gegenwärtig auf einzelne sehr kleine Parzellen an mattenreichen Nordhängen zusammengeschwunden.

Die mächtigen kahlen Kalkketten, welche in einem ganzen Bündel in langen Fluchten von NW nach SO nebeneinander herlaufen und durch tiefe, mit Flysch erfüllte Längsfurchen voneinander getrennt werden, sind das Charakteristikum der epirotischen Landschaft. Der Bauplan dieser Ketten ist ebenso wie derjenige der Rücken Niederalbaniens. deren streichende Fortsetzung sie sind, ein recht einfacher. Jedes Gebirge stellt im wesentlichen einen großen Schichtsattel dar, der mehr oder weniger stark nach Westen hin überkippt oder überschoben ist. Die großen Längsfurchen sind die den Aufsattelungen entsprechenden Muldenregionen.

Die gebirgsbildenden Bewegungen müssen hier wie in Niederalbanien, wo sie das Pliozän mitbetreffen, recht jung sein. Dafür spricht vor allem die Tatsache, daß das Gewässernetz in weitem Umfang älter ist als es die Gebirgskämme sind. Wir finden eine Menge antezedenter Durchbruchstäler, und selbst kleine Rinnsale durchbrechen häufig mehrere Ketten. Die Einfachheit und Jugendlichkeit der Strukturen im albanischen Epirus, kurz, die geologische Verwandtschaft mit Niederalbanien ist auch für die Glazialformen des Gebietes von Bedeutung. Zu diesen übergehend definiert der Vortr. zunächst den Begriff der Schneegrenze als der Grenze zwischen Nährgebiet und Zehrgebiet eines Gletschers. Ihre Höhenlage läßt sich nach bekannten Methoden ermitteln, und jene Fläche, welche sie so erhaltenen Höhenwerte der Schneegrenze miteinander verbindet, bezeichnet Dr. Louis als Schneegrenzfläche. Sie liegt jetzt in einer großen Höhe, bis zu welcher die Berge nicht mehr emporreichen. Gegenwärtig gibt es in Albanien keine Gletscher mehr, doch waren solche zur Eiszeit in den Gebirgen vorhanden. Ein genaues Studium der Spuren, welche jene frühere Eisbedeckung hinterlassen hat, bietet heute die Möglichkeit, die damalige Höhe der Schneegrenzfläche zu bestimmen. Es ergab sich, daß sie an dem Nordteil der albanischen Küste 1400—1500 m hoch lag, nach dem Innern des Landes langsam anstieg und in den östlichen Grenzgebirgen 2100 m erreichte.

Der Vortr. erörterte dann die Glazialformen des Albanischen Epirus im einzelnen. An der Hand von Karten und Lichtbildern zeigte er, daß neben U-förmigen Trogtälern und anderen Glazialspuren insbesondere jene „Kare" genannten Felsnischen vorkommen, die als typische Anzeichen einer früheren Gletschertätigkeit gelten, und die wir auch in deutschen Mittelgebirgen, z. B. den Schneegruben des Riesengebirges finden. Unter den Karformen des Gebietes bestehen, trotzdem sie nahe benachbart sind und sich fast in der gleichen Höhenlage befinden, außerordentlich große Unterschiede. In dem 2500 m hohen Südteil des Nemerçkagebirges kommen riesenhafte karähnliche Nischen und ansehnliche Trogtäler vor, deren Gletscher in einem Falle bis ins Vijosëtal noch unter 400 m hinabreichten, in dem wenig niedrigeren Nordteil des Gebirges sind dagegen nur sehr unbedeutende Kare ohne Seitenwände als einzige Glazialspuren vorhanden. In dem westlich benachbarten Lunxheriëgebirge, das noch etwas niedriger ist, trifft man aber normale Kare und kleine Tröge an. Es erhebt sich die Frage nach der Ursache dieser auffälligen Abweichungen von der Regel, nach welcher das Ausmaß der Glazialformen in nahe benachbarten Gebieten hauptsächlich von der Höhe der vergletscherten Berge abhängt. Der Vortr. zeigte, daß weder starke Gradienten in den eiszeitlichen Klimafaktoren noch nacheiszeitliche Krustenbewegungen zur Lösung des Problems in Betracht kommen. Vielmehr sind die Verschiedenheiten im Aussehen und Ausmaß der Glazialformen auf Verschiedenheiten des voreiszeitlichen Zerschneidungszustandes der einzelnen Gebiete zurückzuführen. Diese Erklärung stimmt in ihren Folgerungen auch gut mit dem geologischen Bau des Albanischen Epirus überein.

Am 2. Januar 1926 berichtete Professor H. Winkler (Hamburg) über seine **botanische Forschungsreise in das Innere von Borneo.** Der Hauptzweck war das Sammeln von Pflanzen für das Hamburger botanische Institut.

Eine zweimonatige Vorbereitung in dem weltberühmten botanischen Garten in Buitenzorg auf Java und eine weitgehende Unterstützung der Regierung von Niederländisch-Indien, die den Vortr. auf große Strecken umsonst beförderte und ihm den Garteninspektor aus Buitenzorg als Begleiter mitgab, setzten ihn in den Stand, nach der im tropischen Regenwald einzig möglichen Schweinfurthschen Methode (Verpackung der zwischen Papier gepreßten Pflanzen in zugelöteten, mit Alkohol gefüllten Blechkisten) wertvolles Material heimzubringen.

Die Reise begann in Pontianak, das 19 km von der Westküste Borneos, gerade unter dem Äquator gelegen ist und hauptsächlich von Chinesen bewohnt wird, die den Handel in Niederländisch-Borneo beherrschen. Das einheimische Element repräsentieren neben den Malaien, welche von verschiedenen Inseln her eingewandert sind, die Dajaker. Erstere sind Mohammedaner, und seit Jahrhunderten hat eine Vermischung dieser Völkerstämme stattgefunden.

Pontianak ist die Hauptstadt der Westabteilung von Niederländisch-Borneo, auf welche der Vortr. seine Reisen beschränkte. Sie wird von dem Kapoewasfluß entwässert, der mit 1150 km Länge etwa der Elbe gleichkommt, diese aber bei einer Abflußmenge von 396 000 cbm in der Minute um das Zehnfache an Wasserreichtum übertrifft. Noch 900 km oberhalb der Mündung ist der Strom etwa ebenso breit wie die Elbe bei Hamburg. Im Lauf des Jahres führt der Kapoewas zweieinhalbmal so viel Wasser ins Meer als der Nil.

Pontianak hat eine durchschnittliche Regenhöhe von 3212 mm, in den Gebirgen des Inneren ist sie jedoch vielleicht dreimal so groß. Trotzdem das Gebiet also zu den niederschlagreichsten Ländern der Erde gehört, ist das Klima verhältnismäßig angenehm, weil die Regengüsse sich auf die Zeit zwischen 6 Uhr abends und 3 Uhr morgens beschränken. Nur in 6 Fällen wurde am Tage Regen beobachtet.

Im Innern gibt es keine Verkehrsstraßen; man ist daher auf die Benutzung der Wasserwege angewiesen. Der Kapoewas und seine Nebenflüsse wurden zunächst mit einem Regierungsdampfer, dann mit Motorbooten und schließlich mit den 9 m langen und 1 m breiten Einbäumen (sampan) der Eingeborenen befahren. Schließlich mußte man in den Bachbetten waten. Besondere Gefahren bieten die Stromschnellen (riam) und die Hochwässer (bandjir), welch letztere gelegentlich ein Anschwellen des Flusses in einer halben Minute um 3 m und in einer Nacht um $7^1/_2$ m bewirken können. Die Oberläufe der Flüsse sind unbewohnt, da die Siedelungen der Dajaker nur an den noch befahrbaren Flußstrecken liegen. Ihre Dörfer bestehen in der Regel aus einem einzigen langen, auf Pfählen errichteten Haus, das auf der Flußseite eine offene Galerie, auf der Rückseite einzelne Kammern besitzt, die von je einer Familie bewohnt sind. Bei Bedarf wird das Haus durch Anbau verlängert, so daß es bei 1000—1400 Einwohnern 300—400 m lang werden kann. Da eine Reinigung nie stattfindet, so starren bei den meisten Stämmen diese Bauten von Schmutz und Ungeziefer, wie Ratten, Läusen, Wanzen, Krätzmilben usw. Im Gebiet des Melawi, eines linken Nebenflusses des Kapoewas, stehen vor den Häusern Figuren der Schutzgeister (temadu), sowie für jeden Verstorbenen ein Totenpfahl (pantar), dessen Länge dem Alter des Toten entspricht. Nach Ansicht der Dajaker wird die umherirrende Seele des Abgeschiedenen durch Tieropfer, die jetzt an die Stelle der früheren Menschenopfer getreten sind, veranlaßt, kein Unheil anzurichten, sondern sich in den ihr zugehörigen Totenpfahl zurückzuziehen.

Dieses von den Malaien in das Innere der Insel zurückgedrängte Volk ist früher wegen seiner Kopfjägerei, die heute nur noch vereinzelt ausgeübt wird, gefürchtet gewesen. Ein Dajak konnte keine Braut finden, wenn er nicht wenigstens einen erbeuteten Kopf aufzuweisen hatte. Mit bewunderungswürdigem Geschick verstehen es die Dajaker, ihre schmalen Boote stromaufwärts zu staaken und in den Stromschnellen hinaufzuziehen, indem sie sich mittels langer Haken an den Bäumen festhalten. Derartige Reisen zwischen den 60—80 m hohen Urwaldbäumen mit Orchideen und anderen epiphytischen Formen glichen einer Fahrt durch das Märchenland. Die gefährlichen Tiere, besonders die Krokodile, kommen zwar in der Ebene, aber nicht mehr an den Oberläufen der Flüsse vor. Orang-Utang und Malaienbär sind ungefährlich. Dagegen gibt es 125 verschiedene Arten von Schlangen, darunter viele giftige; nicht selten ist die große Riesenschlange Python recticulatus, von der einmal ein $3^1/_2$ m langes Exemplar während der Flußfahrt von einem Baum in das Boot fiel.

Unangenehmer und lästiger sind andere Tiere, Stinkwanzen, Moskitos, kleine Stechfliegen, die selbst durch die engen Maschen des Moskitonetzes schlüpfen, vor allem aber Blutegel, welche in Milliarden den Urwald bewohnen, in allen Größen bis zu 10 cm Länge auftreten, den Menschen anspringen und durch die engsten Öffnungen der Kleidung, Knopflöcher, Schnurlöcher der Stiefel usw. dringen. Ihre Bisse bluten stundenlang, weil sie eine Substanz in die Wunde spritzen, die das Gerinnen des Blutes verhindert. Diese Plagegeister machen den Aufstieg durch die zwischen 700 und 900 m gelegene Urwaldzone fast unmöglich.

Die ursprüngliche Vegetation des jungfräulichen Urwaldes ist in rapidem Schwinden begriffen. Die Dajaker schlagen die Stämme nieder, bauen auf der abgeholzten Fläche ihren Trockenreis, roden im nächsten Jahr ein neues Stück und kehren erst nach 7 oder 8 Jahren zu der ersten Stelle zurück, auf der inzwischen wieder 30—40 m hohe Bäume gewachsen sind. Oft verlegen sie auch die Dörfer an andere Stellen, was aber die Regierung nach Möglichkeit zu verhindern sucht, um einem weiteren Raubbau vorzubeugen. So ist jetzt auf ungeheure Strecken ein Sekundärwald an die Stelle des eigentlichen Urwaldes getreten, der nur noch im Innern, etwa 1000 Reisekilometer von der Küste, in den höchsten Teilen der Gebirge und in ganz unberührtem Zustande namentlich auf den heiligen Bergen vorkommt, die von den Eingeborenen gemieden werden.

Beim Eintritt in den Urwald gilt es, von der Sonne Abschied zu nehmen, weil das dichte Blätterdach ihre Strahlen nicht bis zum Boden hindurchdringen läßt. Auch ist der Nebel in den höheren Regionen so häufig, daß z. B. das 1847 von SCHWANER entdeckte und nach ihm benannte südöstliche Grenzgebirge der Westabteilung sehr selten zu sehen ist. Der Vortr. selbst hat bei seinen Reisen in diesem Gebirge dessen höchsten Gipfel Bukit Raja nur ein einziges Mal gesichtet. Der Urwald ist lediglich auf den Dajakerpfaden passierbar, die nicht in den Tälern, sondern auf den wasserscheidenden Rücken entlang führen. Aber auch hier versperren mit Widerhaken versehene Ranken von Rotangpalmen, umgefallene Riesenbäume bis zu 80 m Länge, eingerissene steile Schluchten und andere Hindernisse oft den Weg.

Das Sammeln gestaltete sich unter diesen Umständen äußerst schwierig, und die Ergebnisse werden erst nach jahrelanger Bearbeitung zu übersehen sein. Von besonderem Interesse waren die Funde einer männlichen und einer weiblichen dunkelweinroten Blüte einer Art von Rafflesia, deren Standorte 600 m voneinander entfernt lagen. Die Rafflesia ist eine Schmarotzerpflanze, deren vegetative Teile (Stiel, Blätter) in ein Netzwerk umgewandelt sind, das in der Wurzel der Wirtspflanze schmarotzt, und aus dem zu gegebener Zeit vereinzelte riesenhafte Blüten hervorbrechen. Wenn auch die gefundenen Exemplare nicht der größten Pflanzenblüte, der angeblich bis 1 m Durchmesser erreichenden Rafflesia Arnoldi gleichkamen, so hatten sie doch 88 cm Durchmesser und wogen je etwa 30Pfund.

Dem Vortr. gelang die Erstbesteigung des Bukit Raja, eines Porphyritberges in dem granitischen Massiv des Schwaner-Gebirges, der 3 Gipfel hat, dessen mittelster mit 2278 m der höchste des ganzen niederländischen Teiles der Insel ist. Hier fand sich eine sehr interessante Vegetationsgemeinschaft von Koniferen, Epiphyten, Moospolstern usw. Die Lufttemperatur betrug in dieser Höhe 12° C. O. B.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.